



TUGAS AKHIR - RP 141501

REKOMENDASI PENGENDALIAN BENCANA BANJIR BERDASARKAN ZONA RISIKO DI KABUPATEN SIDOARJO

NURUL MAGHFIROH
08211140000025

Dosen Pembimbing
Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RP 141501

**REKOMENDASI PENGENDALIAN
BENCANA BANJIR BERDASARKAN ZONA RISIKO
DI KABUPATEN SIDOARJO**

**NURUL MAGHFIROH
08211140000025**

**Dosen Pembimbing
Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



FINAL PROJECT - RP 141501

RECOMMENDATIONS FOR FLOOD DISASTER CONTROL BASED ON RISK ZONES IN SIDOARJO REGENCY

**NURUL MAGHFIROH
08211140000025**

**Advisor
Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Departement Of Urban And Regional Planning
Faculty Architecture, Design, and Planning
Tenth of November Institute of Technology
2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

LEMBAR PENGESAHAN
REKOMENDASI PENGENDALIAN BENCANA BANJIR
BERDASARKAN ZONA RISIKO
DI KABUPATEN SIDOARJO

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Arsitektur, Desain, dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

NURUL MAGHFIROH

NRP. 08211140000025

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP. 197801082003121002

SURABAYA, JULI 2018



“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

REKOMENDASI PENGENDALIAN BENCANA BANJIR BERDASARAN ZONA RISIKO DI KABUPATEN SIDOARJO

Nama Mahasiswa : Nurul Maghfiroh
NRP : 08211140000025
Departemen : Perencanaan Wilayah dan Kota
Dosen Pembimbing : Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Salah satu kawasan di Indonesia yang sering mengalami banjir atau genangan terbanyak di Jawa Timur adalah Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi pengendalian banjir yang tepat bagi Kabupaten Sidoarjo, dengan melakukan salah satu usaha mitigasi bencana yakni pengkajian bahaya bencana melalui pemintakatan risiko bencana banjir sebagai upaya mitigasi bencana.

Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan beberapa tahap berikut: menganalisis kriteria penentu bencana banjir, selanjutnya menganalisis klasifikasi skoring kriteria penentu bencana banjir menggunakan Skala Likert yang disesuaikan dengan kriteria dari masing-masing variabel sesuai peraturan yang berlaku, lalu merumuskan zona bahaya, kerentanan, dan risiko bencana banjir menggunakan alat analisis spasial dalam perangkat lunak ArcGIS yakni 'Weighted Overlay'. Tahap akhir dalam penelitian ini adalah memberikan rekomendasi pengendalian bencana banjir bagi Kabupaten Sidoarjo berdasarkan zonasi risiko.

Hasil dari analisis zona risiko adalah terbentuknya peta pemintakatan risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo dengan 2 (dua) tingkatan risiko banjir, yakni: 'risiko sedang' dan 'risiko tinggi'. Wilayah di Kabupaten Sidoarjo yang termasuk dalam zona risiko tinggi berada di Desa/Kelurahan Kalitengah – Kecamatan Tanggulangin. Rekomendasi pengendalian yang tepat bagi zona risiko tinggi adalah metode non-struktur, seperti pengaturan tata guna lahan, pengembangan daerah banjir, membangun bangunan tahan banjir, serta peramalan dan peringatan bahaya banjir.

Kata Kunci: Bencana Banjir, Risiko, Non-Struktur

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

RECOMMENDATIONS FOR FLOOD DISASTER CONTROL BASED ON RISK ZONES IN SIDOARJO REGENCY

Name : Nurul Maghfiroh
ID Number : 08211140000025
Departement : Perencanaan Wilayah dan Kota
Advisor : Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

One of the areas in Indonesia that often experience the most floods or puddles in East Java is Sidoarjo regency. This study aims to provide recommendations for the proper flood control in Sidoarjo regency, by doing one of the disaster mitigation efforts through zoning hazard assessment flooding risk as mitigation.

To achieve these objectives, the following steps are carried out: analyzing the criteria for flood disaster, then analyzing the scoring criteria of the criteria for flood disaster using the Likert Scale adapted to the criteria of each variable in accordance with applicable regulations, then formulating hazard, vulnerability and risk zones flood disaster using spatial analysis tool in ArcGIS software that is 'Weighted Overlay'. The final step in this research is to provide recommendations for flood disaster control for Sidoarjo Regency based on risk zoning.

The result of risk zone analysis is the formation of flood disaster risk map in Sidoarjo Regency with 2 (two) flood risk levels: 'medium risk' and 'high risk'. The areas in Sidoarjo regency belonging to the high risk zone are located in Kalitengah Village - Tanggulangin Subdistrict. The appropriate control recommendations for high risk zones are non-structural methods, such as land use arrangements, flood development, flood resistant buildings, as well as forecasting and flood hazard warning.

Keywords: *Flood Disaster, Risk, Non-Structure*

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkah dan rahmat-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir dengan judul **“Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan Zona Risiko di Kabupaten Sidoarjo”**.

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini, tidak lupa penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orangtua, Bapak Abdul Ghofar Machin dan Ibu Wiji Lestari, serta suami Teguh Budi Handoko, dan anak pertama kami Naura Tharya Azkiya Putri Handoko, yang selalu mendukung, mendoakan, dan mendorong penulis untuk menyelesaikan perkuliahan di Departemen PWK – ITS.
2. Bapak Cahyono Susetyo, ST., M.Sc., Ph.D. sebagai dosen pembimbing mata kuliah Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dian Rahmawati, ST., MT. selaku dosen wali yang dengan sabar mengayomi penulis mulai dari awal masuk kuliah di PWK hingga selesai.
4. Ibu Ketut Dewi Martha Erli Handayani, ST., MT. selaku dosen pengampu Tugas Akhir sekaligus dosen penguji dalam Sidang Ujian Tugas Akhir yang saran dan masukannya banyak membantu penulis dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Arwi Yudhi Koswara, ST., MT. selaku dosen pembimbing mata kuliah Seminar sekaligus dosen penguji dalam Sidang Pembahasan Tugas Akhir yang selalu menyemangati dan mendorong penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini serta saran dan masukannya yang banyak membantu penulis dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini.
6. Ibu Hertiar Idajati, ST., M.Sc. selaku dosen pengampu mata kuliah Seminar yang mendorong penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini yang telah penulis geluti selama beberapa semester.

7. Mariana Dewi Paramita Sari yang selalu siap sedia membantu penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan kemampuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini sehingga masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR PETA	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan dan Sasaran.....	4
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	5
1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah.....	5
1.4.2. Ruang Lingkup Substansi	5
1.4.3. Ruang Lingkup Pembahasan	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
1.5.1. Manfaat Teoritis.....	6
1.5.2. Manfaat Praktis.....	6
1.6. Sistematika Penulisan	6
1.7. Kerangka Berpikir	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Kebencanaan.....	11
2.1.1. Pengertian Bencana	11
2.1.2. Mitigasi Bencana	12
2.1.3. Risiko Bencana	13
2.2. Banjir	16
2.2.1. Pengertian Dan Karakteristik Banjir.....	16
2.2.2. Faktor Penyebab Banjir	17
2.2.3. Metode Pengendalian Banjir.....	18
2.2.3.1. Metode Struktur (Dengan Bangunan).....	18
2.2.3.2. Metode Non-Struktur.....	23
2.2.4. Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir	27
2.2.5. Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir	29

2.2.5.1. Kerentanan Lingkungan Bencana Banjir	33
2.2.5.2. Kerentanan Fisik Bencana Banjir	37
2.2.5.3. Kerentanan Sosial Bencana Banjir	39
2.3. Sintesa Tinjauan Pustaka	40
BAB III METODE PENELITIAN	43
3.1. Pendekatan Penelitian.....	43
3.2. Jenis Penelitian	43
3.3. Variabel Penelitian.....	44
3.3.1. Identifikasi Variabel Indikator Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir	44
3.3.2. Identifikasi Variabel Indikator Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir.....	45
3.3.3. Identifikasi Indikator Penelitian Penentu Risiko (Risk) Bencana Banjir	45
3.4. Metodologi Penelitian.....	46
3.4.1. Metode Pengumpulan Data.....	46
3.4.2. Metode Analisis.....	47
3.4.2.1. Analisis Skoring	49
3.4.2.2. Analisis Weighted Overlay.....	50
3.5. Tahapan Penelitian.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1. Gambaran Umum Wilayah Studi.....	55
4.1.1. Orientasi Wilayah Penelitian	55
4.1.2. Ancaman Bahaya Banjir Di Kabupaten Sidoarjo	55
4.1.3. Kerentanan Banjir di Kabupaten Sidoarjo	67
4.1.3.1. Kerentanan Lingkungan.....	67
4.1.3.2. Kerentanan Fisik.....	75
4.1.3.3. Kerentanan Sosial	83
4.2. Analisis Indikator Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir	89
4.2.1. Analisis Tingkat Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir	89
4.2.2. Analisis Penentuan Zona Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir	93

4.3.	Analisis Indikator Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir	97
4.3.1.	Analisis Tingkat Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir	97
4.3.1.1.	Analisis Skoring Kerentanan Lingkungan	97
4.3.1.2.	Analisis Skoring Kerentanan Fisik	103
4.3.1.3.	Analisis Skoring Kerentanan Sosial	105
4.3.2.	Analisis Penentuan Zona Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir	108
4.3.2.1.	Analisis Zona Kerentanan Lingkungan	108
4.3.2.2.	Analisis Zona Kerentanan Fisik.....	108
4.3.2.3.	Analisis Zona Kerentanan Sosial.....	108
4.3.2.4.	Analisis Zona Kerentanan Bencana Banjir.....	109
4.4.	Analisis Penentuan Zona Risiko (Risk) Bencana Banjir ..	109
4.5.	Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan Zonasi Risiko	121
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		123
5.1.	Kesimpulan.....	123
5.2.	Kelemahan Studi.....	123
5.3.	Saran	124
DAFTAR PUSTAKA.....		125

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Kajian Teori Risiko Bencana	15
Tabel 2.2.	Kajian Teori Ancaman Bahaya Bencana Banjir	29
Tabel 2.3.	Kajian Teori Kerentanan Bencana Banjir	32
Tabel 2.4.	Kajian Teori Kerentanan Lingkungan Bencana Banjir.....	35
Tabel 2.5.	Kajian Teori Kerentanan Fisik Bencana Banjir	38
Tabel 2.6.	Kajian Teori Kerentanan Sosial Bencana Banjir	39
Tabel 2.7.	Sintesa Kajian Teori Penentuan Risiko (Risk) Bencana Banjir.....	41
Tabel 3.1.	Variabel dan Definisi Operasional Identifikasi Karakteristik Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir.....	44
Tabel 3.2.	Variabel, Aspek, dan Definisi Operasional Identifikasi Karakteristik Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir.....	45
Tabel 3.3.	Faktor dan Definisi Operasional Penentu Risiko (Risk) Bencana Banjir.....	46
Tabel 3.4.	Desain Survei Sekunder	46
Tabel 3.5.	Matriks Metode Analisis Dalam Penelitian	47
Tabel 4.1.	Luas Genangan Banjir di Wilayah Studi.....	57
Tabel 4.2.	Data Tinggi Genangan Banjir Di Wilayah Studi Tahun 2017-2018 (dalam cm).....	63
Tabel 4.3.	Data Lama Genangan Banjir Di Wilayah Studi Tahun 2017-2018 (dalam hari)	65
Tabel 4.4.	Jumlah Curah Hujan di Wilayah Studi Tahun 2016 (dalam mm).....	71
Tabel 4.5.	Luas Penggunaan Lahan Eksisting Per Kecamatan di Wilayah Studi (dalam ha)	73
Tabel 4.6.	Jumlah Fasilitas Pendidikan di Wilayah Studi Tahun 2016 (dalam bangunan)	79
Tabel 4.7.	Jumlah Fasilitas Peribadatan di Wilayah Studi Tahun 2016 (dalam bangunan)	81

Tabel 4.8.	Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi Tahun 2016	83
Tabel 4.9.	Laju Pertumbuhan Penduduk di Wilayah Studi Tahun 2011-2016	86
Tabel 4.10.	Skoring Variabel Luas Genangan Banjir di Wilayah Studi.....	89
Tabel 4.11.	Skoring Variabel Tinggi Genangan Banjir Di Wilayah Studi.....	90
Tabel 4.12.	Skoring Variabel Lama Genangan Banjir Di Wilayah Studi.....	92
Tabel 4.13.	Skoring Variabel Curah Hujan di Wilayah Studi.....	97
Tabel 4.14.	Skoring Variabel Jenis Penggunaan Lahan Eksisting di Wilayah Studi.....	101
Tabel 4.15.	Skoring Variabel Fasilitas Pendidikan di Wilayah Studi	103
Tabel 4.16.	Skoring Variabel Fasilitas Peribadatan di Wilayah Studi	104
Tabel 4.17.	Skoring Variabel Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi	106
Tabel 4.18.	Skoring Variabel Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram Kerangka Berpikir	9
Gambar 2.1.	Matriks Risiko	14
Gambar 2.2.	Konsep Pengurangan Risiko Bencana.....	14
Gambar 2.3.	Pengendalian Banjir Metode Struktur & Non-Struktur.....	18
Gambar 3.1.	Ilustrasi Operasional Weighted Overlay	50
Gambar 3.2.	Alur Tahapan Penelitian.....	53
Gambar 4.1.	Kejadian Banjir di Wilayah Studi	56
Gambar 4.2.	Grafik Luas Genangan Banjir di Wilayah Studi.....	58
Gambar 4.3.	Grafik Tinggi Genangan Banjir di Wilayah Studi....	60
Gambar 4.4.	Grafik Tinggi Genangan Banjir di Wilayah Studi....	61
Gambar 4.5.	Grafik Jumlah Curah Hujan di Wilayah Studi	68
Gambar 4.6.	Grafik Jenis Penggunaan Lahan di Wilayah Studi...	69
Gambar 4.7.	Grafik Jumlah Fasilitas Pendidikan di Wilayah Studi	76
Gambar 4.8.	Grafik Jumlah Fasilitas Peribadatan di Wilayah Studi	77
Gambar 4.9.	Grafik Jumlah Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi	85
Gambar 4.10.	Grafik Jumlah Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi	88

DAFTAR PETA

Peta 1.1	Peta Wilayah Studi.....	7
Peta 4.1	Zona Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir di Wilayah Studi.....	95
Peta 4.2	Zona Kerentanan Lingkungan Bencana Banjir di Wilayah Studi.....	111
Peta 4.3	Zona Kerentanan Fisik Bencana Banjir di Wilayah Studi.....	113
Peta 4.4	Zona Kerentanan Sosial Bencana Banjir di Wilayah Studi.....	115
Peta 4.5	Zona Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir di Wilayah Studi.....	117
Peta 4.6	Zona Risiko (Risk) Bencana Banjir di Wilayah Studi ...	119

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana adalah peristiwa/rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis dan di luar kemampuan masyarakat dengan segala sumber dayanya. Berbagai kerusakan dan kehilangan tersebut akan menyebabkan angka kemiskinan di suatu wilayah yang terkena bencana akan meningkat. Oleh karena itu, penanggulangan bencana tidak hanya bersifat reaktif atau melakukan penanggulangan setelah terjadi bencana. Tetapi penanggulangan bencana juga bisa bersifat antisipatif, yakni melakukan pengkajian dan tindakan pencegahan untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya bencana (PNPM-MP, 2018). Karena bencana merupakan sesuatu yang bisa diprediksi waktu tepat kejadiannya. Hal tersebut didukung dengan adanya kemajuan teknologi saat ini yang telah mengarah pada upaya-upaya penanganan pra-bencana dengan melihat data-data kejadian sebelumnya. Selain itu, upaya peringatan dini menjadi hal yang sangat vital untuk mengurangi dampak risiko akibat bencana yang dapat terjadi sewaktu-waktu (Suprpto, 2011).

Data kejadian bencana di Indonesia yang terjadi sepanjang tahun 2017 tercatat ada 2.341 kejadian bencana. Sekitar 99 persen kejadian disebabkan oleh bencana hidrometeorologi yaitu bencana yang dipengaruhi cuaca dan aliran permukaan, dan yang terbanyak adalah bencana banjir dengan 787 kejadian bencana (Nugroho S. P., 2017). Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal, sehingga sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Kemampuan/daya

tampung sistem pengaliran air tidak selamanya sama, tetapi dapat berubah akibat adanya sedimentasi, penyempitan sungai akibat fenomena alam dan ulah manusia, tersumbat sampah serta hambatan lainnya. Disamping itu berkurangnya daerah resapan air juga berkontribusi atas meningkatnya debit banjir. Pada daerah permukiman dimana telah padat dengan bangunan sehingga tingkat resapan air kedalam tanah berkurang, jika terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi sebagian besar air akan menjadi aliran air permukaan yang langsung masuk ke dalam sistem pengaliran air sehingga kapasitasnya terlampaui dan mengakibatkan banjir (Bakornas-PB, Rencana Kontijensi, 2007). Dampak banjir menyebabkan 135 orang tewas, 91 jiwa luka-luka, lebih dari 2,3 juta jiwa menderita dan mengungsi, dan ribuan rumah rusak. Selain itu, bencana banjir juga berpengaruh pada ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Seperti lahan pertanian yang terendam banjir menyebabkan gagal panen, sedangkan petani menanam padi dengan modal hutang, yang akhirnya tidak mampu membayar hutang, sehingga petani terpaksa hutang lagi untuk modal menanam padi berikutnya. Banjir juga dapat menyebabkan harta milik masyarakat hilang atau hancur karena hanyut akibat aliran banjir yang deras sehingga jatuh miskin dan memerlukan bantuan (Nugroho S. P., 2017).

Salah satu wilayah di Indonesia yang rentan bencana banjir, terletak di Provinsi Jawa Timur yang secara umum dapat dikategorikan sebagai dataran rendah dan merupakan wilayah sungai, adalah Kabupaten Sidoarjo. Hal ini disebabkan karena sebagian besar fungsi sungai di Kabupaten Sidoarjo sebagai saluran irigasi sekaligus saluran pematusan. Kawasan yang sering mengalami banjir atau genangan biasanya terjadi di daerah pemukiman baru yang memang sarana drainasenya belum memadai, khususnya di kawasan kanan-kiri sungai (RTRW Kabupaten Sidoarjo 2009-2029). Selain itu, penyebab banjir di Sidoarjo disebabkan oleh dataran yang rendah, yakni berkisar antara 0-25 mdpl, kondisi sistem drainase yang tidak mampu menampung luapan air selama hujan, kualitas pintu air dan saluran drainase yang menurun akibat pendangkalan karena

tumpukan sampah, area resapan yang semakin hilang akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan permukiman dan industri, serta fluktuasi ketinggian air laut yang membuat aliran air dari daratan tertahan sehingga semakin memperparah bencana banjir (Subastian, 2014). Berdasarkan Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka, banyaknya curah hujan dan hari hujan di Kabupaten Sidoarjo meningkat dari tahun 2015 ke tahun 2016. Rata-rata jumlah curah hujan di Kabupaten Sidoarjo sepanjang tahun 2015 sebanyak 1.637 mm dengan 87 hari hujan. Sedangkan pada tahun 2016, Kabupaten Sidoarjo memiliki rata-rata jumlah curah hujan sebanyak 2.639 mm dengan 155 hari hujan (BPS, 2017).

Dengan anggapan bahwa permasalahan banjir merupakan masalah umum, sudah semestinya dari berbagai pihak perlu memperhatikan hal-hal yang dapat mengakibatkan banjir dan sedini mungkin diantisipasi untuk memperkecil kerugian yang ditimbulkan. Program pengendalian banjir membutuhkan dana besar yang diperlukan untuk pembiayaan pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan pengamanan maupun pengendalian banjir. Di samping itu, masyarakat yang berada pada daerah rawan banjir setiap saat memerlukan rasa aman dari pengaruh akibat banjir. Dengan dana yang terbatas pengendalian banjir harus dilakukan seoptimal mungkin dan dilaksanakan menurut rencana dan prioritas yang baik. Akibat peningkatan penduduk, lahan yang dibutuhkan akan makin besar sehingga juga meningkatkan nilai ekonomis penggunaan lahan. Oleh karena itu di daerah yang padat penduduknya, pekerjaan pengendalian banjir perlu ditingkatkan untuk memperkecil tingkat risiko bahaya/kerugian akibat banjir yang akan timbul (Kodoatie & Sugiyanto, Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan, 2002). Meskipun upaya penanggulangan bencana telah dilakukan, baik oleh Pemerintah melalui departemen/lembaga/instansi terkait serta lembaga/organisasi non pemerintah serta masyarakat, namun kejadian bencana tetap menunjukkan peningkatan baik intensitasnya maupun dampak kerugiannya. Untuk itu upaya-upaya pengurangan bencana harus tetap dilakukan dan selalu ditingkatkan (Bakornas-PB, Buku Mitigasi

Bencana, 2007). Berdasarkan RTRW Kabupaten Sidoarjo tahun 2009-2029, dalam bab Kebijakan dan Strategi Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo, strategi mitigasi bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo salah satunya adalah melakukan kegiatan pemetaan wilayah rawan banjir, membuat arahan pembangunan berdasarkan daerah rawan banjir (kecuali untuk taman dan fasilitas olah raga), dan dilanjutkan dengan kontrol penggunaan lahan. Oleh karena itu, penelitian ini merupakan salah satu upaya pengkajian bencana banjir dengan melakukan pemetaan risiko bencana banjir agar dapat mengetahui letak lokasi yang membutuhkan prioritas upaya mitigasi serta memberikan rekomendasi yang dibutuhkan tiap lokasi prioritas berdasarkan risikonya.

1.2. Rumusan Masalah

Kondisi cuaca yang semakin memburuk, kondisi lingkungan yang rentan terhadap banjir, serta dampak negatif dari aktifitas pembangunan yang menyebabkan semakin berkurangnya daerah resapan air, sehingga Kabupaten Sidoarjo sering dilanda banjir. Permasalahan banjir ini dapat diatasi secara efektif jika dilakukan upaya mitigasi yang tepat dan sesuai tingkatan risikonya. Pertanyaan dalam penelitian ini adalah “rekomendasi pengendalian seperti apakah yang tepat bagi Kabupaten Sidoarjo agar dapat menanggulangi bencana banjir berdasarkan kawasan risikonya (*risk*)?”

1.3. Tujuan dan Sasaran

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan salah satu usaha mitigasi bencana yakni pengkajian bahaya bencana melalui pemintakatan risiko bencana banjir Kabupaten Sidoarjo sebagai upaya mitigasi bencana beserta rekomendasi pengendaliannya. Adapun sasaran untuk mencapai tujuan tersebut adalah sebagai berikut.

- a. Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik ancaman bahaya (*hazard*) bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo.
- b. Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik kerentanan (*vulnerability*) Kabupaten Sidoarjo terhadap bencana banjir.

- c. Merumuskan zonasi risiko (*risk*) bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo.
- d. Menentukan rekomendasi pengendalian bencana banjir bagi Kabupaten Sidoarjo berdasarkan zona risiko.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

1.4.1. Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah studi pada penelitian ini adalah di 29 desa/kelurahan yang tersebar di 5 kecamatan di Kabupaten Sidoarjo dengan total luas wilayah sebesar 9.370,21 ha, lokasi wilayah studi dapat dilihat pada **Peta 1.1**. Penentuan lokasi studi ini didasarkan pada hasil survei sekunder, yakni data kawasan yang terdampak banjir. Adapun batas-batas wilayah studi yakni sebagai berikut.

- Utara : Kecamatan Sidoarjo dan Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo
- Timur : Selat Madura
- Selatan : Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Mojokerto
- Barat : Kecamatan Prambon dan Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo

1.4.2. Ruang Lingkup Substansi

Teori-teori yang akan digunakan dalam penelitian ini berkaitan dengan kebencanaan, terutama tentang bencana banjir dan konsep manajemen mitigasi bencana, metode pengendalian banjir, serta peraturan perundang-undangan tentang bencana, khususnya bencana banjir.

1.4.3. Ruang Lingkup Pembahasan

Pembahasan risiko berfokus pada ancaman bahaya dan kerentanan tanpa kapasitas. Untuk pembahasan mengenai kerentanan berfokus pada aspek fisik, lingkungan, dan sosial tanpa aspek ekonomi. Serta pembahasan mengenai pengendalian bencana berfokus pada metode struktur dan non-struktur.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini menghasilkan rekomendasi pengendalian bencana banjir berdasarkan pemetaan zonasi risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo sehingga dapat dijadikan rujukan dalam melakukan pemintakatan kawasan risiko serta mitigasi bencana banjir.

1.5.2. Manfaat Praktis

Penelitian ini menghasilkan suatu peta zonasi risiko serta rekomendasi pengendalian bencana banjir yang dapat digunakan Pemerintah Kabupaten Sidoarjo dalam rangka meminimalisir risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo.

1.6. Sistematika Penulisan

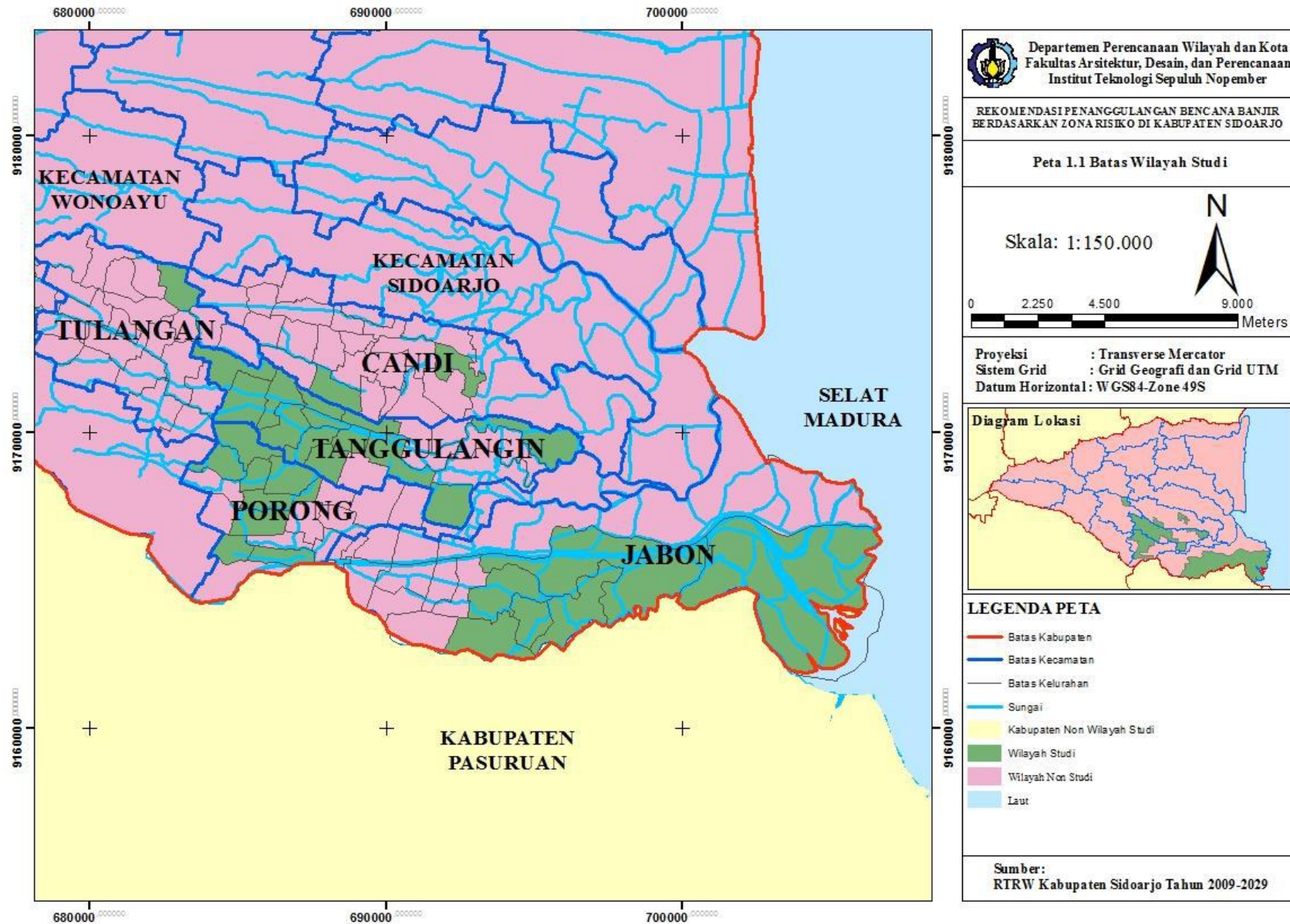
Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang dari tujuan penelitian melalui tahapan berupa sasaran penelitian sesuai dengan ruang lingkup wilayah, substansi, dan pembahasan sehingga memiliki manfaat baik secara teoritis dan praktis. Setiap output bab tertera pada subbab sistematika. Sedangkan pola pikir penelitian ini dituangkan pada subbab kerangka berpikir.

Bab II Tinjauan Pustaka, berisi teori-teori tentang kebencanaan terkait konsep penanggulangan, manajemen dan mitigasi bencana; konsep risiko, bahaya dan kerentanan bencana; teori tentang banjir, metode pengendalian banjir, serta sintesa tinjauan pustaka.

Bab III Metode Penelitian, berisi pendekatan penelitian, jenis penelitian, variabel penelitian, metode pengambilan sampel, metode pengumpulan data, metode analisis, dan tahapan penelitian.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan, berisi gambaran umum wilayah, data-data terkait hasil kajian di tinjauan pustaka, tahapan analisis terkait sasaran penelitian, serta sintesa analisis.

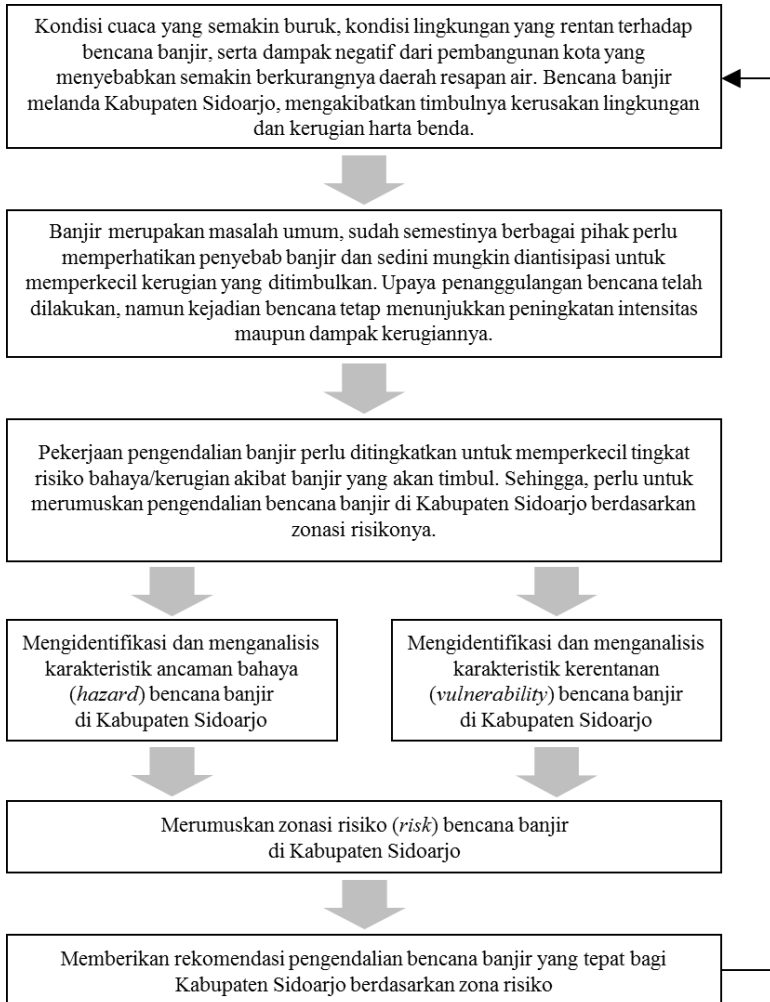
Bab V Kesimpulan dan Rekomendasi, berisi kesimpulan, rekomendasi, kelemahan studi, serta saran.



“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

1.7. Kerangka Berpikir

Berikut ini adalah skema tahapan kerangka berpikir pada penelitian ini.



Gambar 1.1. Diagram Kerangka Berpikir

Sumber: Penulis, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan disajikan beberapa teori dasar yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian beserta sumber-sumber penulisan dari beberapa referensi yang digunakan. Adapun tinjauan pustaka ini bertujuan sebagai penentuan langkah-langkah atas tindakan yang akan diambil dalam mengerjakan penelitian ini.

2.1. Kebencanaan

2.1.1. Pengertian Bencana

Bencana adalah peristiwa/rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis dan di luar kemampuan masyarakat dengan segala sumber dayanya (PNPM-MP, 2018). Bencana berupa fenomena alam seperti banjir karena hujan berhari-hari, kekeringan, gempa bumi, topan, badai, kebakaran karena gunung meletus atau kebakaran hutan di musim kemarau. Jenis bencana yang dipengaruhi faktor non alam atau kelalaian manusia yang tidak disengaja seperti kebocoran *nuclear plant* atau pipa gas, tumpahan minyak di laut, penyebaran virus, banjir karena tanggul jebol, kebakaran karena kelalaian, arus pendek listrik. Bencana dengan faktor non alam yang disengaja seperti sabotase, pembakaran, peledakan, dan penyebaran virus.

Beberapa pengertian bencana yang dikemukakan oleh para ahli dan tercantum dalam kamus yang tertuang dalam buku *Tata Ruang Air* oleh Kodoatie & Sjarief (2010) adalah sebagai berikut.

- a. Definisi bencana dalam buku *Disaster Management – A Disaster Manager’s Handbook* (Carter, 1991) adalah suatu kejadian, alam atau buatan manusia, tiba-tiba atau progresive, yang menimbulkan dampak dahsyat (hebat) sehingga komunitas

(masyarakat) yang terkena atau terpengaruh harus merespon dengan tindakan-tindakan luar biasa.

- b. Dalam UU No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah sebuah atau serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga menimbulkan korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.
- c. Webster's New World Dictionary (1983), bencana atau disaster merupakan suatu kejadian yang menyebabkan kerugian atau kerusakan besar dan kemalangan serius atau tiba-tiba.
- d. Collins Cobuild Dictionary (1988), bencana atau disaster berarti sebagai suatu kecelakaan yang sangat buruk terutama yang menyebabkan banyak orang meninggal.
- e. New Webster Dictionary (1997), bencana atau disaster yaitu kejadian yang merugikan, kemalangan tiba-tiba, malapetaka.

Oleh karena itu, bencana adalah suatu peristiwa yang dapat disebabkan oleh faktor alam atau kelalaian manusia baik disengaja maupun tidak, terjadi secara tiba-tiba dan tidak disangka, memiliki wilayah cakupan yang cukup luas, serta dapat menimbulkan kerugian baik berupa harta benda atau kehilangan nyawa.

2.1.2. Mitigasi Bencana

Mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana merupakan suatu aktivitas yang berperan sebagai tindakan pengurangan dampak bencana, atau usaha-usaha yang dilakukan untuk mengurangi korban ketika bencana terjadi, baik korban jiwa maupun harta. Dalam melakukan tindakan mitigasi bencana, langkah awal yang kita harus lakukan ialah melakukan kajian risiko bencana terhadap daerah tersebut. Dalam menghitung risiko bencana sebuah daerah kita harus mengetahui bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*) dan kapasitas (*capacity*) suatu wilayah

yang berdasarkan pada karakteristik kondisi fisik dan wilayahnya (Malik & Murtianto, 2010).

2.1.3. Risiko Bencana

Definisi risiko bencana UU No.24 Tahun 2007 adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta dan gangguan kegiatan masyarakat.

Dalam Buku Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia oleh Bakornas-PB bahwa faktor utama bencana dapat menimbulkan banyak korban dan kerugian besar ada empat, yakni (1) kurangnya pemahaman terhadap karakteristik bencana (*hazard*), (2) sikap atau perilaku yang mengakibatkan penurunan kualitas sumberdaya alam (*vulnerability*), (3) kurangnya informasi/peringatan dini (*early warning*) yang menyebabkan ketidaksiapan, serta (4) ketidakberdayaan dan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya. Dalam disiplin penanggulangan bencana (*disaster management*), risiko bencana adalah interaksi antara tingkat kerentanan daerah dengan ancaman bahaya (*hazard*) yang ada. Ancaman bahaya, khususnya bahaya alam bersifat tetap karena bagian dari dinamika proses alami pembangunan atau pembentukan muka bumi baik dari tenaga internal maupun eksternal, sedangkan tingkat kerentanan daerah dapat dikurangi, sehingga kemampuan dalam menghadapi ancaman tersebut semakin meningkat.

Secara umum, risiko dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Risiko = \frac{Bahaya \times Kerentanan}{Kemampuan}$$

Dengan demikian maka semakin tinggi bahaya dan kerentanan, maka semakin besar pula risiko bencana yang dihadapi.

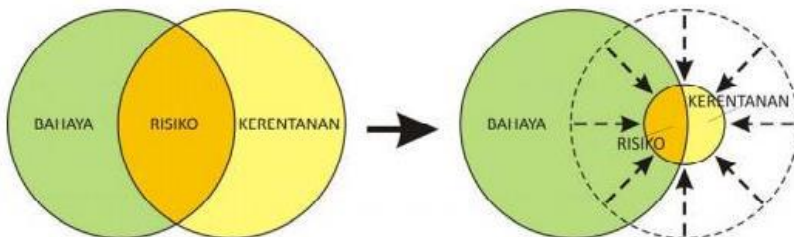
KERENTANAN	Tinggi			
	Sedang			
	Rendah			
		Rendah	Sedang	Tinggi
		BAHAYA		

Risiko Rendah
 Risiko Sedang
 Risiko Tinggi

Gambar 2.1. Matriks Risiko

Sumber: Buku Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia oleh Bakornas-PB (2007)

Dalam kaitannya dengan pengurangan risiko bencana, maka upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pengurangan tingkat kerentanan, karena hal tersebut relatif lebih mudah dibandingkan dengan mengurangi/memperkecil bahaya (*hazard*).



Gambar 2.2. Konsep Pengurangan Risiko Bencana

Sumber: Buku Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia oleh Bakornas-PB (2007)

Dalam Modul Khusus Fasilitator: Pengelolaan Penanganan Bencana oleh PNPM-MP (2018), risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan, atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Risiko

merupakan hasil interaksi tiga komponen yakni ancaman bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan kapasitas (*capacity*). Semakin tinggi suatu kerentanan maka semakin besar risiko, semakin besar kapasitas maka semakin kecil risiko bencana.

Tabulasi indikator penelitian dari sumber pustaka diatas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1. Kajian Teori Risiko Bencana

Sumber	Indikator Penelitian Dalam Teori	Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
(Bakornas-PB, Buku Mitigasi Bencana, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> • bahaya bencana (<i>hazard</i>) • kerentanan (<i>vulnerability</i>) • kemampuan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahaya (<i>Hazard</i>) • Kerentanan (<i>Vulnerability</i>)
(PNPM-MP, 2018)Modul Khusus Fasilitator: Pengelolaan Penanganan Bencana	<ul style="list-style-type: none"> • ancaman bahaya (<i>hazard</i>) • kerentanan (<i>vulnerability</i>) • kapasitas (<i>capacity</i>) 	

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2018

Berdasarkan teori-teori tersebut, maka untuk penilaian risiko bencana variabel yang diperhatikan hanya potensi ancaman bencana (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*). Dikarenakan indikator kemampuan dan kapasitas menemui hambatan karena keterbatasan data di lapangan dan memerlukan waktu yang relatif lama untuk menelitinya. Sehingga diasumsikan bahwa kemampuan dan kapasitas tiap objek dalam satu kategori yang sama dianggap sama. Selain itu, sesuai dengan definisi risiko bencana, yakni potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu, maka kerugian yang ditimbulkan dari adanya bencana dibentuk dari dua unsur yang saling berhubungan dan saling melengkapi yakni bahaya dan kerentanan. Karena bahaya bencana tidak akan menjadi kerugian jika tidak ada kerentanan pada objek

yang terkena bencana, sebaliknya objek yang memiliki kerentanan tidak akan mengalami kerugian jika tidak terkena bahaya bencana.

Berdasarkan kajian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa indikator penelitian dari risiko banjir ada di Kabupaten Sidoarjo yang efektif dan relevan untuk diaplikasikan pada penelitian ini adalah kombinasi dari bahaya (*hazard*) dan keretanan (*vulnerability*). Definisi dan sub-indikator dari bahaya (*hazard*) dan keretanan (*vulnerability*) akan dijelaskan pada sub-bab selanjutnya.

2.2. Banjir

2.2.1. Pengertian Dan Karakteristik Banjir

Menurut Nishat (2014), banjir adalah area yang tergenang air dan tetap tergenang hingga beberapa waktu, genangan tersebut menyebabkan kerusakan pada harta benda dan tanaman, serta mengganggu komunikasi dan membawa dampak negatif pada manusia dan flora fauna.

Menurut Prof. Ir. Sukandarrumidi (2010), banjir juga dapat terjadi apabila debit air yang mengalir melalui bagian penampang sungai tidak tersalurkan dan tertampung sampai lembah aliran sungai, disebabkan oleh badan sungai yang semakin sempit akibat desakan permukiman warga. Banjir juga bisa disebabkan oleh tumpukan sampah sehingga air tidak bisa mengalir sebagaimana mestinya.

Berdasarkan sumber airnya, banjir dapat dikategorikan dalam tiga kategori, yakni (a) banjir yang disebabkan oleh hujan lebat yang melebihi kapasitas penyaluran sistem drainase buatan manusia; (b) banjir yang disebabkan oleh meningkatnya muka air di sungai sebagai akibat pasang laut maupun meningkatnya gelombang laut akibat badai; dan (c) banjir akibat kegagalan bangunan air buatan manusia seperti bendungan, tanggul dan bangunan pengendali banjir (BNPB, 2010).

Secara spesifik mengenai banjir di wilayah penelitian disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, luapan sungai yang disebabkan ketidakmampuan sungai mengalirkan aliran air yang melebihi debit (*over capacity*), serta pengaruh air pasang yang masuk

melalui saluran pembuangan. Maka dapat disimpulkan bahwa penyebab utama banjir yang terjadi di wilayah penelitian adalah curah hujan yang tinggi, ketidakmampuan saluran air mengalirkan sejumlah debit air, dan pengaruh air pasang.

2.2.2. Faktor Penyebab Banjir

Pada umumnya, banjir terjadi pada musim hujan. Banjir di wilayah DAS sangat tergantung pada waktu hujan, lama hujan, dan banyaknya curah hujan. Sistem DAS dapat memiliki luasan sempit ataupun luasan yang besar. Pada permulaan musim hujan, jarang terjadi banjir sebab air hujan yang turun baru mampu membasahi lapisan tanah permukaan. Akibatnya, air hujan yang menjadi aliran permukaan (*run off*) masih sedikit. Apabila lapisan tanah sudah mulai jenuh air, jumlah aliran permukaan bertambah banyak, dan apabila aliran permukaan ini tidak ada yang menghambat, hampir semuanya mengalir ke sungai. Hambatan aliran air di permukaan dapat berupa serasah hutan dan tanaman hutan (Prof. Ir. Sukandarrumidi, 2010).

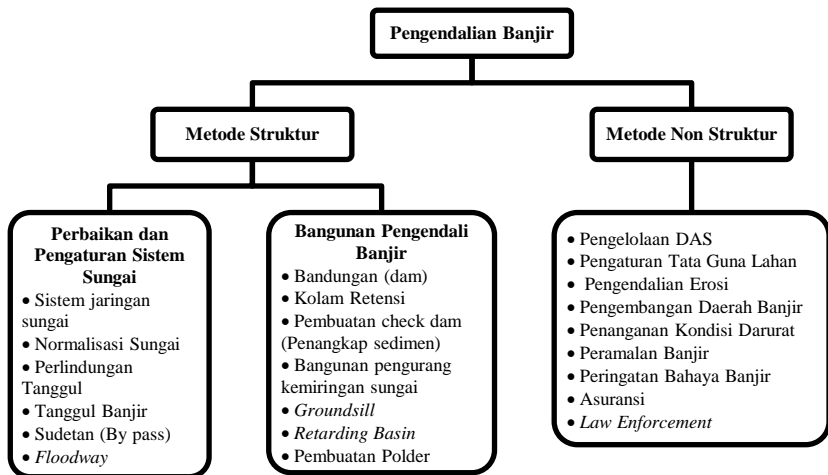
Penggundulan hutan di daerah tangkapan air hujan juga dapat menyebabkan peningkatan debit banjir karena pasokan air yang masuk ke dalam sistem aliran menjadi tinggi dan melampaui kapasitas pengaliran. Berkurangnya daerah resapan air juga berkontribusi pada meningkatnya debit banjir, karena jika terjadi curah hujan tinggi, maka sebagian besar air akan menjadi aliran permukaan yang langsung masuk ke dalam sistem pengaliran air sehingga kapasitasnya terlampaui dan terjadi banjir (BNPB, 2010).

PNPM-MP dalam Modul Khusus Fasilitator: Pengelolaan Penanganan Bencana menyebutkan bahwa penyebab banjir:

- Hujan dalam waktu panjang dan deras selama sehari-hari
- Penanganan sampah yang buruk
- Perencanaan tata kota yang tidak ditepati/menyimpang, akibat makin sempitnya daerah resapan air atau jalur hijau karena terdesak permukiman atau industri
- Berkurangnya tumbuh-tumbuhan/pohon yang semakin sedikit sehingga semakin sedikit pula daerah resapan air

2.2.3. Metode Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir merupakan suatu hal kompleks yang dimensi rekayasanya melibatkan banyak disiplin ilmu seperti hidrologi, hidraulika, erosi DAS, teknik sungai, morphologi & sedimentasi sungai, rekayasa sistem pengendalian banjir, sistem drainase kota, bangunan air, dll. Di samping itu suksesnya program pengendalian banjir juga tergantung dari aspek lainnya yang menyangkut sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum, dan lainnya. Berikut merupakan metode-metode pengendalian banjir.



Gambar 2.3. Pengendalian Banjir Metode Struktur & Non-Struktur

Sumber: (Kodoatie & Sugiyanto, Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan, 2002)

2.2.3.1. Metode Struktur (Dengan Bangunan)

Pada dasarnya kegiatan penanggulangan banjir adalah suatu kegiatan yang meliputi aktifitas sebagai berikut:

- Mengenal besarnya debit banjir

- Mengisolasi daerah genangan banjir
- Mengurangi tinggi elevasi air banjir

Kegiatan penanggulangan banjir dengan bangunan pada umumnya mencakup kegiatan berikut ini:

- Perbaikan sungai dan/atau pembuatan tanggul banjir untuk mengurangi besarnya risiko banjir di sungai
- Pembuatan saluran (floodway) untuk mengalirkan sebagian atau seluruh air sungai
- Pengaturan sistem pengaliran untuk mengurangi debit puncak banjir, dengan bangunan seperti bendungan, kolam retensi, dll

Untuk menunjang keberhasilan pengendalian banjir diperlukan kegiatan pengelolaan dan perbaikan sungai, untuk meningkatkan kapasitas sungai, meliputi:

- Menambah dimensi tampang alur sungai
- Memperkecil nilai kekasaran alur sungai
- Pelurusan atau pemendekan alur sungai pada sungai berbelok atau ber-*meander*
- Pengendalian transpor sedimen

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis bangunan pengendalian banjir adalah sebagai berikut:

- Pengaruh rezim sungai terutama erosi dan sedimentasi dan hubungannya dengan biaya pemeliharaan
- Kebutuhan perlindungan erosi di daerah kritis
- Pengaruh bangunan terhadap lingkungan
- Perkembangan pembangunan daerah
- Pengaruh bangunan terhadap kondisi aliran di sebelah hulu dan sebelah hilirnya

A. Bendungan

Bendungan digunakan untuk menampung dan mengelola distribusi aliran sungai. Pengendalian diarahkan untuk mengatur debit air sungai di sebelah hilir bendungan. Faktor-faktor yang

digunakan dalam pemilihan lokasi bendungan adalah sebagai berikut:

- Lokasi mudah dicapai
- Topografi daerah memadai, dengan membentuk tampungan yang besar
- Kondisi geologi tanah
- Ketersediaan bahan bangunan
- Tujuan serbaguna
- Pengaruh bendungan terhadap lingkungan
- Umumnya bendungan terletak di sebelah hulu daerah yang dilindungi

B. Kolam Penampungan (*Retention Basin*)

Seperti halnya bendungan, kolam penampungan juga berfungsi untuk menyimpan sementara debit sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam, dan dinamika beberapa bangunan *outlet*. Wilayah yang digunakan untuk kolam penampungan biasanya di daerah dataran rendah atau rawa. Dengan perencanaan dan pelaksanaan tata guna lahan yang baik, kolam penampungan dapat digunakan untuk pertanian. Untuk strategi pengendalian yang andal diperlukan:

- Pengontrolan yang memadai untuk menjamin ketepatan peramalan banjir
- Peramalan banjir yang andal dan tepat waktu untuk perlindungan atau evakuasi
- Sistem drainase yang baik untuk mengosongkan air dari daerah tampungan secepatnya setelah banjir reda

Dengan manajemen yang tepat, penanggulangan sementara dapat berakibat positif dari segi pertanian, seperti berikut ini:

- Melunakkan tanah
- Mencuci tanah dari unsur racun
- Mengendapkan lumpur yang kaya akan unsur hara

C. Tanggul Penahan Banjir

Tanggul banjir adalah penghalang yang di desain untuk menahan air banjir di palung sungai untuk melindungi daerah di sekitarnya. Tanggul banjir sesuai untuk daerah-daerah dengan memperhatikan faktor-faktor berikut:

- Dampak tanggul terhadap rezim sungai
- Tinggi jagaan dan kapasitas debit sungai pada bangunan-bangunan sungai misalnya jembatan
- Ketersediaan bahan bangunan setempat
- Syarat-syarat teknis dan dampaknya terhadap pengembangan wilayah
- Hidrograf banjir yang lewat
- Pengaruh limpasan, penambangan, longsoran, dan bocoran
- Pengaruh tanggul terhadap lingkungan
- Elevasi muka air yang lebih tinggi di alur sungai
- Lereng tanggul dengan tepi sungai yang relatif stabil

D. Saluran *By Pass*

Saluran *by pass* adalah saluran yang digunakan untuk mengalihkan sebagian atau seluruh aliran air banjir dalam rangka mengurangi debit banjir pada daerah yang dilindungi. Faktor-faktor yang penting sebagai pertimbangan dalam desain saluran *by pass* adalah sebagai berikut:

- Biaya pelaksanaan yang relatif mahal
- Kondisi topografi dari rute alur baru
- Bangunan terjunan mungkin diperlukan di saluran *by pass* untuk mengontrol kecepatan air dan erosi
- Kendala-kendala geologi timbul sepanjang alur *by pass* (jika membuat saluran sampai batuan dasar)
- Penyediaan air dengan program pengembangan daerah sekitar sungai
- Kebutuhan air harus tercukupi sepanjang aliran sungai asli di bagian hilir dari lokasi percabangan
- Pembagian air akan berpengaruh pada sifat alami daerah hilir mulai dari lokasi percabangan *by pass*

E. Sistem Pengerukan/Normalisasi Alur Sungai

Sistem pengerukan atau normalisasi saluran adalah bertujuan memperbesar kapasitas tampung sungai dan memperlancar aliran. Analisis yang harus diperhitungkan adalah analisis hidrologi, hidraulika, dan analisis sedimentasi. Analisis perhitungan perlu dilakukan dengan cermat mengingat kemungkinan kembalinya sungai ke bentuk semula sangat besar. Normalisasi diantaranya kegiatan-kegiatan melebarkan sungai, mengarahkan alur sungai dan memperdalam sungai (pengerukan). Untuk mengarahkan sungai dan melebarkan penampangnya sering terjadi diperlukan pembebasan lahan. Oleh karena itu dalam kajiannya harus juga memperhitungkan aspek ekonomi (ganti rugi) dan aspek sosial terutama bagi masyarakat atau *stakeholders* lainnya yang merasa dirugikan akibat lahannya berkurang.

F. Sistem Drainase Khusus

Sistem drainase khusus sering diperlukan untuk memindahkan air dari daerah rawan banjir karena drainase yang buruk secara alami atau karena ulah manusia. Sistem khusus tipe gravitasi dapat terdiri dari saluran-saluran alami. Alternatif dengan pemompaan mungkin diperlukan untuk daerah buangan dengan elevasi air di bagian hilir terlalu tinggi.

Sistem drainase khusus biasanya digunakan untuk situasi berikut :

- Daerah perkotaan dimana drainase alami tidak memadai
- Digunakan untuk melindungi daerah pantai dari pengaruh gelombang
- Daerah genangan/ bantaran banjir dengan bangunan flood wall/dinding penahan banjir.

Daerah dari sistem drainase khusus berdasarkan pertimbangan berikut :

- Topografi, karakteristik infiltrasi dan luas daerah yang akan dilindungi
- Kecepatan dan waktu hujan serta aliran permukaan

- Volume dari air yang ditahan
- Periode banjir

Adapun kriteria yang digunakan dalam pemilihan bangunan adalah :

- Apabila elevasi air buangan lebih rendah dari elevasi daerah yang dilindungi, dapat digunakan outlet sederhana.
- Apabila fluktuasi perubahan elevasi air berubah-ubah diperlukan pintu-pintu otomatis.
- Stasiun pompa diperlukan apabila elevasi air buangan lebih tinggi dari daerah yang dilindungi.

2.2.3.2. Metode Non-Struktur

Analisis pengendalian banjir dengan tidak menggunakan bangunan pengendali akan memberikan pengaruh cukup baik terhadap rezim sungai. Contoh aktifitas penanganan tanpa bangunan adalah sebagai berikut :

- Pengelolaan DPS untuk mengurangi limpasan air hujan DPS
- Kontrol pengembangan daerah genangan termasuk peraturan-peraturan penggunaan lahan
- Konstruksi gedung atau bangunan yang dibuat tahan banjir dan tahan air
- Sistem peringatan dan ramalan banjir
- Rencana asuransi nasional atau perorangan
- Rencana gerakan siap siaga dalam keadaan darurat banjir
- Pengoperasian cara kerja pengendalian banjir
- Partisipasi masyarakat
- *Law-Enforcement*

A. Pengelolaan DPS (Daerah Pengaliran Sungai)

Pengelolaan DPS berhubungan erat dengan peraturan, pelaksanaan dan pelatihan. Kegiatan penggunaan lahan dimaksudkan untuk menghemat dan menyimpan air dan konservasi tanah. Pengelolaan DPS mencakup aktifitas-aktifitas berikut ini :

- Pemeliharaan vegetasi di bagian hulu DPS

- Penanaman vegetasi untuk mengendalikan kecepatan aliran air dan erosi tanah
- Pemeliharaan vegetasi alam, atau penanaman vegetasi tahan air yang tepat, sepanjang tanggul drainase, saluran-saluran Dan daerah lain untuk pengendalian aliran yang berlebihan atau erosi tanah
- Mengatur secara khusus bangunan-bangunan pengendali banjir (misal cek dam) sepanjang dasar aliran yang mudah tererosi
- Pengelolaan khusus untuk mengantisipasi aliran sedimen yang dihasilkan dari kegiatan gunung berapi

Sasaran penting dari kegiatan pengelolaan DPS adalah untuk mencapai keadaan-keadaan berikut :

- Mengurangi debit banjir di daerah hilir
- Mengurangi erosi tanah dan muatan sedimen di sungai
- Meningkatkan produksi pertanian yang dihasilkan dari penataan guna tanah dan perlindungan air
- Meningkatkan lingkungan di daerah DPS dan daerah sungai

Sasaran tersebut harus didukung oleh aktifitas-aktifitas lainnya, seperti :

- Pembatasan penebangan hutan dan kebijakan-kebijakan yang mencakup atau menganjurkan penghutanan kembali daerah-daerah yang telah rusak.
- Rangsangan atau dorongan, untuk mengembangkan tanaman yang tepat dan menguntungkan secara ekonomi (misal cacao, turi, jambu mete, lamtoroagung, buah-buahan).
- Pemilihan cara penanaman yang dapat memperlambat aliran dan erosi.
- Pertanian bergaris (sistem hujan), dan metode teras (bertingkat) sehingga mengurangi pengaliran dan erosi tanah dari daerah pertanian.
- Tidak ada pertanian atau kegiatan-kegiatan pengembangan lain di sepanjang bantaran sungai.

- Minimal daerah penyangga atau daerah vegetasi yang tidak boleh terganggu di sepanjang jalan air.

B. Pengendalian Pemanfaatan Daerah Genangan

Masalah yang timbul dari penggunaan lahan daerah genangan seperti tertera di bawah ini :

- Masyarakat yang bermukim pada daerah-daerah genangan akan kehilangan pencaharian yang ditimbulkan banjir
- Pemanfaatan insentif pada daerah-daerah genangan untuk mata pencaharian, industri dan kegiatan lain akan meningkatkan potensi bagi kerusakan-kerusakan yang diakibatkan banjir.

Kegiatan di atas yang berhubungan dengan pemanfaatan daerah genangan sering mengurangi kapasitas alur sungai dan daerah genangan. Kelancaran aliran akan berkurang karena bangunan rumah, gedung-gedung, jalan-jalan, jembatan, perusahaan tanaman yang dimiliki daya tahan besar.

Pengendalian pemanfaatan daerah genangan termasuk peraturan-peraturan penetapan wilayah penggunaan lahan, dan bangunan-bangunan. Maksud dari pengendalian daerah genangan adalah untuk membatasi atau menentukan tipe pengembangan dengan mempertimbangkan resiko dan kerusakan yang ditimbulkan oleh banjir. Faktor ekonomi, sosial dan lingkungan harus pula ikut dipertimbangkan agar diperoleh suatu pengembangan yang bijaksana.

Langkah pertama dalam peningkatan pengendalian daerah genangan di daerah berisiko banjir dan daerah-daerah kritis ditentukan diantaranya oleh faktor-faktor berikut :

- Besarnya banjir yang terjadi
- Waktu peringatan efektif
- Pengetahuan tentang banjir
- Tingkat luapan banjir
- Kedalaman dan kecepatan banjir
- Lamanya banjir
- Masalah-masalah pengungsian
- Akses (kemudahan)

- Potensi kerusakan banjir

Dua tahapan yang perlu dilaksanakan, kaitannya dengan program pengendalian banjir adalah sebagai berikut ini :

- Tahap I
Melarang adanya pemanfaatan di daerah bantaran banjir, seperti pendirian gedung, rumah ataupun perusahaan tanaman.
- Tahap II
Pengendalian penggunaan lahan untuk mengurangi kerusakan-kerusakan yang disebabkan banjir.

C. Bangunan Tahan Banjir

Antisipasi perlindungan banjir diadakan dengan menggunakan tahap pendekatan berikut :

- Tahap I
Semua bangunan baru di daerah rawan banjir harus direncanakan tahan banjir.
- Tahap II
Perbaikan bangunan yang ada di daerah tepian banjir harus tahan banjir.

D. Peramalan dan Peringatan Bahaya Banjir

Sistem gawat banjir yang efektif haruslah menunjukkan ciri-ciri berikut ini :

- Tempat pemantauan diletakkan pada lokasi strategis, sehingga dapat memberikan informasi peringatan yang cepat didapat, lebih lanjut tindakan dini dapat segera dilakukan.
- Sederhana dan efektif
Alat ukur sederhana yang dipasang secara tepat akan memberikan informasi yang cepat Dan lebih efektif daripada menggunakan sistem telemetri yang rumit dan bahkan diperlukan perawatan yang mahal.
- Metode yang diandalkan untuk memperkirakan debit banjir
Metode langsung, yaitu dengan menempatkan peralatan pemantauan pada stasiun-stasiun hidrometri, sehingga diperoleh hubungan yang dapat dirumuskan dengan baik antara elevasi

muka air sungai dengan debit yang ada. Metode tidak langsung yaitu dengan cara analisis curah hujan yang disertai dengan memperhitungkan kondisi sungai DPS yang bersangkutan.

Peramalan dan peringatan dini banjir DPS adalah merupakan bagian dari sistem pengendalian banjir suatu sistem sungai. Maka dalam penyusunan sistem peramalan dan peringatan dini banjir DPS perlu memperhatikan :

- Bangunan pengendalian banjir
- Operasional bangunan sistem pengendalian banjir
- Hidrologi
- Karakteristik DPS
- Karakteristik daerah rawan banjir kemungkinan kerugian akibat banjir
- Waktu perambatan banjir

2.2.4. Ancaman Bahaya (*Hazard*) Bencana Banjir

Kamus Oxford online mendefinisikan "*hazard*" sebagai "*the potential to cause harm*", dapat diterjemahkan dalam Bahasa Indonesia sebagai "potensi untuk menyebabkan kerugian". Ancaman bahaya (*hazard*) dalam konteks kebencanaan adalah situasi, kondisi, atau karakteristik biologi, geografis, sosial, ekonomi, politik, budaya dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang berpotensi menimbulkan korban dan kerusakan.

Bakornas-PB dalam Buku Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia, mendefinisikan bahaya (*hazard*) sebagai suatu fenomena alam atau buatan yang berpotensi mengancam kehidupan manusia, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan.

Menurut El Fahmi (2010), ancaman bahaya (*hazard*) dalam konteks kebencanaan adalah situasi, kondisi, atau karakteristik biologis, geografis, sosial, ekonomi, politik, budaya, dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang berpotensi menimbulkan korban dan kerusakan.

Dalam Modul Khusus Fasilitator: Pengelolaan Penanganan Bencana oleh PNPM-MP (2018), ancaman adalah suatu kejadian atau peristiwa yang bisa menimbulkan bencana. Dalam UU No. 27 Tahun 2007, ancaman terbagi dalam tiga hal, yakni ancaman yang bersifat alamiah, non alamiah, dan kemanusiaan. Tidak semua bencana dapat dikategorikan sebagai bencana, ancaman akan menjadi bencana apabila penanganannya tidak baik, persiapannya kurang, penanganannya kurang bagus, dll. Ancaman juga akan menjadi bencana apabila masyarakat memiliki kemampuan lebih rendah dibanding ancaman, atau memiliki kerentanan lebih tinggi dibanding ancaman.

Tolak ukur karakteristik ancaman bencana banjir berdasarkan teori yang ada sebagai berikut.

- a. Dalam Buku Pengelolaan Bencana Terpadu - Banjir, Longsor, Kekeringan, dan Tsunami oleh Kodoatie & Sjarief (2006), karakteristik ancaman bahaya bencana banjir antara lain.
 - Lama genangan, dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan dan memungkinkan timbulnya penyakit
 - Kecepatan aliran air, berpotensi menghanyutkan dan membawa manusia, objek atau material tertentu
 - Jenis material bawaan, dapat menyebabkan kerusakan pada manusia dan/objek tertentu
 - Kedalaman banjir, berpotensi menenggelamkan manusia dan/atau objek tertentu
- b. Menurut Suardika (dalam Sugiarto, 2009), karakteristik ancaman bahaya bencana banjir antara lain.
 - Luas areal limpasan, yakni besaran rasio luas areal limpasan terhadap luas wilayah
 - Tinggi air limpasan, yakni ukuran ketinggian air, dihitung dari dasar hingga permukaan air
- c. Menurut Coburn-et-al (1994), karakteristik ancaman bahaya bencana banjir antara lain, luas genangan, kedalaman genangan, kecepatan limpasan, jumlah endapan bawan, dan durasi genangan.

Tabulasi indikator penelitian dari sumber pustaka diatas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.2. Kajian Teori Ancaman Bahaya Bencana Banjir

Sumber	Sub-Indikator Penelitian Dalam Teori	Sub-Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
Kodoatie dan Sjarief (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Lama genangan • Kecepatan aliran air • Jenis material bawaan • Kedalaman banjir 	<ul style="list-style-type: none"> • Luas genangan • Kedalaman/ tinggi genangan • Lama genangan
Suardika (dalam Amal, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> • Luas areal limpasan • Tinggi air limpasan 	
Coburn et al (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Luas genangan • Kedalaman genangan • Kecepatan limpasan • Jumlah endapan bawaan • Durasi genangan 	

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2018

Karakteristik banjir di wilayah studi relatif tidak memiliki kecepatan aliran air, sehingga karakteristik ancaman bahaya kecepatan aliran air dianggap tidak berpengaruh dalam penelitian ini. Selain itu, karakteristik banjir di wilayah studi relatif tidak membawa material bawaan (lumpur, batu, dsb) dalam jumlah yang besar, sehingga jenis dan jumlah material bawaan tidak berpengaruh dalam penelitian ini. Sehingga dapat disimpulkan bahwa karakteristik ancaman banjir yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah luas genangan, kedalaman genangan, dan lama genangan.

2.2.5. Kerentanan (*Vulnerability*) Bencana Banjir

Kerentanan adalah kumpulan berbagai kondisi dan kelemahan berpengaruh yang ada dalam suatu komunitas dalam jangka waktu yang lama, yang mempunyai efek merugikan pada kemampuan individual, rumah tangga, organisasi (lembaga) atau komunitas untuk melindungi dirinya sendiri (PNPM-MP, 2018).

Menurut Bakornas-PB dalam Buku Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia (2007), kerentanan (*vulnerability*) merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya. Indikatornya adalah sebagai berikut.

- a) Kerentanan fisik (infrastruktur) menggambarkan perkiraan tingkat kerusakan terhadap fisik (infrastruktur) bila ada faktor berbahaya (*hazard*) tertentu. Beberapa indikatornya antara lain persentase kawasan terbangun; kepadatan bangunan; persentase bangunan konstruksi darurat; jaringan listrik; rasio panjang jalan; jaringan telekomunikasi; jaringan PDAM; dan jalan KA
- b) Kerentanan sosial menunjukkan perkiraan tingkat kerentanan terhadap keselamatan jiwa/kesehatan penduduk apabila ada bahaya. beberapa indikatornya antara lain kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk usia tua-balita dan penduduk wanita
- c) Kerentanan ekonomi menggambarkan besarnya kerugian atau rusaknya kegiatan ekonomi (proses ekonomi) yang terjadi bila terjadi ancaman bahaya. Indikator yang ada menunjukkan tingginya tingkat kerentanan ini, misalnya persentase rumah tangga yang bekerja di sektor rentan dan persentase rumah tangga miskin

Rawan (rentan) bencana menurut Carter (1991; UU No. 24 Tahun 2007, dalam Buku Tata Ruang Air oleh Kodoatie & Sjarief, 2010 : Hal. 53) adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu.

Maskrey (1998, dalam Binas & Rusty, 2018) mengelompokkan *vulnerability* (kerentanan) ke dalam 9 aspek, diantaranya.

- *Physical Vulnerability*, yakni komunitas yang berada di lokasi yang memiliki kecenderungan bahaya
- *Technical Vulnerability*, yakni struktur dan infrastruktur yang tidak mampu bertahan (rusak) ketika bencana terjadi, misalnya rumah, jalan, jembatan, saluran irigasi, dll
- *Economic Vulnerability*, yakni ketidakcukupan aset dan cadangannya untuk mengatasi kerugian/kerusakan yang diderita; berkurangnya pembedaan ekonomi
- *Environmental Vulnerability*, yakni berkurangnya keanekaragaman hayati; ketidakmampuan ekosistem untuk bertahan dan pemulihan diri (*recovery*)
- *Social Vulnerability*, yakni ukuran keluarga, eksistensi komunitas organisasi dan mekanisme pendukung sosial; struktur umur komunitas; perbedaan gender; diskriminasi ras, etnik, dan agama, dll
- *Political Vulnerability*, yakni tingkat partisipasi dalam perumusan keputusan, eksistensi kegiatan kesewenangan-wenangan dan korupsi, kejahatan politik, dan mekanisme resolusi keadilan dan konflik
- *Cultural Vulnerability*, yakni sistem kepercayaan dan perhatian terhadap bahaya, kerentanan, dan bencana
- *Educational Vulnerability*, yakni berkurangnya informasi atau mis-informasi perhatian terhadap skenario risiko
- *Institutional Vulnerability*, yakni menurunnya pelayanan publik, perencanaan, persiapan darurat dan respon, dll

Tabulasi indikator penelitian dari sumber pustaka diatas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.3. Kajian Teori Kerentanan Bencana Banjir

Sumber	Sub-Indikator Penelitian Dalam Teori	Sub-Sub-Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
Bakornas-PB dalam Buku Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia (2007)	<ul style="list-style-type: none"> • Fisik • Sosial • Ekonomi 	<ul style="list-style-type: none"> • Fisik • Sosial • Lingkungan
Carter (1991; UU No. 24 Tahun 2007, dalam Buku Tata Ruang Air oleh Kodoatie & Sjarief, 2010 : Hal. 53)	<ul style="list-style-type: none"> • Geologis • Biologis • Hidrologis • Klimatologis • Geografis • Sosial • Budaya • Politik • Ekonomi • Teknologi 	
Maskrey (1998, dalam Binas & Rusty, 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Physical</i> (Fisik lokasi) • <i>Technical</i> (Struktur dan infrastruktur) • <i>Economic</i> (Ekonomi) • <i>Environmental</i> (Lingkungan) • <i>Social</i> (Sosial) • <i>Political</i> (Politik) • <i>Cultural</i> (Budaya) • <i>Educational</i> (Pengetahuan dan informasi) • <i>Institutional</i> (Institusi) 	

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2018

Dari teori-teori tersebut dapat disintesisakan bahwa sub-indikator kerentanan geologis, hidrologis, dan klimatologis termasuk ke dalam sub-indikator kerentanan lingkungan. Sub-indikator kerentanan fisik secara umum telah meliputi sub-indikator kerentanan struktur dan infrastruktur. Sub-indikator kerentanan biologis, budaya, politik, teknologi, pengetahuan dan intuisi adalah sub-indikator/aspek yang tidak berpengaruh dalam penelitian ini, karena secara umum konteks kerentanan bencana tidak memiliki keterkaitan dengan sub-indikator tersebut. Selain itu, sub-indikator ekonomi menemui hambatan karena keterbatasan data di lapangan dan memerlukan waktu yang relatif lama serta kajian yang mendalam untuk menelitinya.

Berdasarkan sintesa tersebut dapat disimpulkan bahwa sub-indikator lingkungan, fisik, dan sosial merupakan sub-indikator yang relevan terhadap bencana banjir. Definisi dan sub-sub-indikator turunan dari ketiga sub-indikator tersebut akan dijelaskan pada sub-bab selanjutnya.

2.2.5.1. Kerentanan Lingkungan Bencana Banjir

Menurut Kodoatie & Sjarief dalam Buku Tata Ruang Air (2010), faktor lingkungan yang menyebabkan banjir diakibatkan oleh kegiatan manusia dan sebab alami. Berikut adalah penyebab banjir karena kegiatan manusia.

- Perubahan tata guna lahan (*landuse*) di daerah aliran sungai (DAS)
- Pembuangan sampah
- Erosi dan sedimentasi
- Kawasan kumuh di sepanjang sungai/drainase
- Perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidap tepat
- Pengaruh fisiologi/geofisik sungai
- Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai
- Penurunan tanah dan rob (genangan akibat pasang air laut)
- Drainase lahan
- Bendung dan bangunan air
- Kerusakan bangunan pengendali banjir

Berikut adalah sebab-sebab alami terjadinya banjir.

- Curah hujan
- Pengaruh fisografi/geofisik sungai
- Kapasitas sungai
- Pengaruh air pasang
- Penurunan tanah dan rob
- Kerusakan bangunan pengendali banjir (oleh bencana alam)

Penyebab banjir menurut Yulaelawati & Syihab (2008) faktor lingkungan yang menyebabkan banjir dibagi berdasarkan pengaruh aktifitas manusia, kondisi alam yang bersifat statis, serta kondisi alam yang bersifat dinamis. Berikut penyebab banjir akibat pengaruh aktifitas manusia.

- Pemanfaatan daratan banjir yang digunakan untuk permukiman dan industri
- Penggundulan hutan dan kemudian mengurangi resapan pada tanah dan meningkatkan larian tanah permukaan. Erosi yang terjadi kemudian menyebabkan sedimentasi di terusan-terusan sungai yang kemudian mengganggu jalannya air
- Pembangunan permukiman di daerah dataran banjir mengubah saluran-saluran air yang tidak direncanakan dengan baik. Bahkan tidak jarang alur sungai diurug untuk dijadikan permukiman. Kondisi demikian banyak terjadi di perkotaan di Indonesia, akibatnya aliran sungai pada musim hujan menjadi tidak lancar dan menimbulkan bencana banjir
- Membuang sampah sembarangan dapat menyumbat saluran-saluran air, terutama di perumahan-perumahan

Penyebab banjir berdasarkan kondisi alam yang statis adalah sebagai berikut.

- Kondisi geografi yang berada pada daerah yang sering terkena badai atau siklon, misalnya beberapa kawasan di Bangladesh
- Kondisi topografi yang cekung yang merupakan dataran banjir, seperti Kota Bandung yang berkembang pada Cekungan Bandung

- Kondisi alur sungai, seperti kemiringan dasar sungai yang datar, berkelok-kelok, timbulnya sumbatan atau berbentuk seperti botol (*bottle neck*), dan adanya sedimentasi sungai membentuk sebuah pulau (ambal sungai)

Penyebab banjir berdasarkan kondisi alam yang dinamis adalah sebagai berikut.

- Curah hujan tinggi
- Terjadinya pembendungan atau arus balik yang sering terjadi di muara sungai atau pertemuan sungai besar
- Penurunan muka tanah atau amblesan setiap tahun akibat pengambilan air tanah yang berlebihan sehingga menjadikan muka tanah benjadi lebih rendah
- Pendangkalan dasar sungai karena sedimentasi yang cukup tinggi

Menurut Suripin (2005, dalam Harta, 2010:Hal. 21-22) menyebutkan dalam kaitannya dengan limpasan/banjir, elemen yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkab menjadi 2 kelompok, yaitu elemen meteorologi yang diwakili oleh curah hujan (intensitas, lama, dan distribusinya) dan elemen-elemen daerah pengaliran yang menyatakan sifat-sifat fisik daerah pengaliran yakni kondisi penggunaan lahan, daerah pengaliran, kondisi topografi, serta jenis tanah (seperti tanah litosol, tanah latosol, tanah mediteran, tanah regosol, dan tanah alluvial).

Tabulasi indikator penelitian dari sumber pustaka diatas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.4. Kajian Teori Kerentanan Lingkungan Bencana Banjir

Sumber	Sub-Sub-Indikator Penelitian Dalam Teori	Sub-Sub-Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
Kodoatie & Sjarief dalam Buku Tata Ruang Air (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan • Pengaruh fisografi/ geofisik sungai 	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan • Jenis penggunaan lahan

Sumber	Sub-Sub-Indikator Penelitian Dalam Teori	Sub-Sub-Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas sungai • Pengaruh air pasang • Penurunan tanah dan rob • Kerusakan bangunan pengendali banjir (oleh bencana alam) • Penggunaan lahan 	
Yulaelawati & Syihab (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Aktifitas manusia • Kondisi geografis • Topografi • Kondisi alur sungai • Curah hujan • Pembendungan/ arus balik • Penurunan muka tanah/ amblesan • Sedimentasi 	
Suripin (2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan • Karakteristik DAS dan pesisir pantai • Topografi (kelerengan dan elevasi) • Tata Guna Lahan • Jenis Tanah 	

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2018

Dari teori-teori tersebut dapat disintesa bahwa sub-sub-indikator aktifitas manusia tidak berpengaruh terhadap bencana banjir di wilayah studi serta kondisi topografi diasumsikan sama karena kondisi geografis Kabupaten Sidoarjo yang landai, tidak memiliki pegunungan dan perbukitan, sehingga sub-sub-indikator aktifitas manusia dan kondisi topografi diasumsikan tidak berpengaruh. Sedangkan sub-sub-indikator jenis tanah, geofisik sungai, kapasitas sungai, penurunan muka tanah dan rob,

pembendungan/ arus balik aliran, jarak dari sungai dan daerah tampungan air, pengaruh air pasang, karakteristik DAS dan pesisir pantai, kerusakan bangunan pengendali banjir dan sedimentasi menemui hambatan karena keterbatasan data di lapangan, dan memerlukan waktu yang relatif lama serta kajian yang mendalam untuk menelitinya. Sub-sub-indikator curah hujan juga dapat dikategorikan sebagai variabel ancaman bahaya, namun berdasarkan kondisi cuaca di wilayah studi yang memiliki curah hujan yang tinggi, sehingga wilayah studi cenderung lebih rentan karena dapat menyebabkan bencana banjir akan lebih lama untuk surut.

Berdasarkan karakteristik bencana banjir di wilayah penelitian, dapat disimpulkan bahwa sub-sub-indikator dalam sub-indikator kerentanan lingkungan bencana banjir yang relevan untuk diaplikasikan pada penelitian ini adalah sub-sub-indikator curah hujan dan jenis penggunaan lahan.

2.2.5.2. Kerentanan Fisik Bencana Banjir

Menurut buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana di Indonesia dan Mitigasinya (2005) kerentanan fisik (infrastruktur) menggambarkan perkiraan tingkat kerusakan terhadap fisik (infrastruktur) bila ada faktor berbahaya (*hazard*) tertentu. Melihat dari berbagai indikator, yakni persentase kawasan terbangun; kepadatan bangunan; persentase bangunan konstruksi darurat; jaringan listrik; rasio panjang jalan; jaringan telekomunikasi; jaringan PDAM; dan jalan KA.

FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) (2004) dalam buku pedoman Using HAZUS – MH for *Risk Assessment*, menyebutkan parameter kerentanan fisik mencakupi bangunan secara umum, fasilitas penting (meliputi fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan, pemerintahan, keamanan, dan olahraga), fasilitas khusus (dapat berupa gudang penyimpanan material berbahaya, bangunan yang memiliki nilai historis), jalur transportasi dan utilitas, dan statistik demografi wilayah.

Tabulasi indikator penelitian dari sumber pustaka diatas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.5. Kajian Teori Kerentanan Fisik Bencana Banjir

Sumber	Sub-Sub-Indikator Penelitian Dalam Teori	Sub-Sub-Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana di Indonesia dan Mitigasinya (2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Persentase kawasan terbangun • Kepadatan bangunan • Persentase bangunan konstruksi darurat • Jaringan listrik • Rasio panjang jalan • Jaringan telekomunikasi • Jaringan PDAM • Jalan KA 	<ul style="list-style-type: none"> • Fasilitas penting (meliputi fasilitas pendidikan dan peribadatan)
FEMA (Federal Emergency Management Agency) (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Jumlah bangunan • Fasilitas penting • Fasilitas khusus • Jalur transportasi • Utilitas • Statistik demografi wilayah 	

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2018

Dari kajian teori tersebut dapat disintesa bahwa sub-sub-indikator jumlah fasilitas khusus, persentase bangunan konstruksi darurat, persentase area terbangun/kepadatan bangunan, serta kondisi bangunan untuk tiap objek bangunan diasumsikan sama. Sub-sub-indikator jaringan listrik, jaringan telekomunikasi, dan jaringan PDAM dalam penelitian ini tidak berpengaruh mengingat minimnya dampak gangguan banjir pada utilitas tersebut, sehingga diasumsikan tidak berpengaruh. Sedangkan sub-sub-indikator statistik demografi wilayah lebih berpengaruh pada kondisi kerentanan aspek sosial. Namun, sub-sub-indikator rasio panjang

jalan dan rel KA menemui hambatan karena keterbatasan data di lapangan, dan memerlukan waktu yang relatif lama serta kajian yang mendalam untuk menelitinya.

Berdasarkan kajian tersebut dapat disimpulkan bahwa sub-sub-indikator yang relevan dalam sub-indikator kerentanan fisik adalah sub-sub-indikator fasilitas penting, yakni fasilitas pendidikan dan fasilitas peribadatan, karena keterbatasan ketersediaan data yang ada.

2.2.5.3. Kerentanan Sosial Bencana Banjir

Menurut buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana di Indonesia dan Mitigasinya (2005) kerentanan sosial menunjukkan perkiraan tingkat kerentanan terhadap keselamatan jiwa/kesehatan penduduk apabila ada bahaya dan beberapa indikator antara lain kepadatan penduduk, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk usia tua-balita dan penduduk wanita.

Berdasarkan hasil penelitian Bambang Budi Utomo dan Rima Dewi Supriharjo dalam Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271, faktor kerentanan dari aspek sosial adalah tingkat kepadatan penduduk, tingkat laju pertumbuhan penduduk, serta persentase jumlah usia tua-balita. Karena semakin tinggi tingkatan dari ketiga faktor tersebut maka semakin rentan terhadap bencana banjir.

Tabulasi indikator penelitian dari sumber pustaka diatas disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.6. Kajian Teori Kerentanan Sosial Bencana Banjir

Sumber	Sub-Sub-Indikator Penelitian Dalam Teori	Sub-Sub-Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana di Indonesia dan Mitigasinya (2005)	<ul style="list-style-type: none"> • Kepadatan penduduk • Laju pertumbuhan penduduk • Persentase penduduk usia tua-balita 	<ul style="list-style-type: none"> • Kepadatan penduduk • Laju pertumbuhan penduduk

Sumber	Sub-Sub-Indikator Penelitian Dalam Teori	Sub-Sub-Indikator Penelitian Yang Akan Diteliti
	<ul style="list-style-type: none"> • Penduduk wanita 	
Bambang Budi Utomo dan Rima Dewi Supriharjo dalam Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271	<ul style="list-style-type: none"> • Tingkat kepadatan penduduk • Tingkat laju pertumbuhan penduduk • Persentase jumlah usia tua-balita 	

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2018

Dari kajian teori tersebut dapat disintesaikan bahwa sub-sub-indikator penduduk wanita tidak memiliki pengaruh terhadap kerentanan bencana banjir, karena bencana banjir tidak memiliki dampak khusus pada jenis kelamin tertentu. Namun persentase penduduk usia tua-balita menemui hambatan karena keterbatasan data di lapangan dan memerlukan waktu yang relatif lama serta kajian yang mendalam untuk menelitinya.

Berdasarkan kajian tersebut dapat disimpulkan bahwa sub-sub-indikator yang relevan dalam sub-indikator kerentanan sosial adalah kepadatan penduduk dan laju pertumbuhan penduduk.

2.3. Sintesa Tinjauan Pustaka

Berdasarkan teori-teori terkait banjir, maka penentuan risiko (*risk*) menggunakan karakteristik indikator penelitian bahaya (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*). Sub-indikator yang digunakan dalam mengidentifikasi karakteristik indikator bahaya (*hazard*) banjir adalah luas genangan, kedalaman genangan, dan lama genangan. Sub-indikator yang digunakan dalam mengidentifikasi karakteristik indikator kerentanan (*vulnerability*) terdiri dari:

- a. Sub-indikator Lingkungan, dengan sub-sub-indikator: curah hujan dan jenis penggunaan lahan
- b. Sub-indikator Fisik, dengan sub-sub-indikator: fasilitas penting (meliputi fasilitas pendidikan dan peribadatan)

- c. Sub-indikator Sosial, dengan sub-sub-indikator: kepadatan penduduk dan laju pertumbuhan penduduk

**Tabel 2.7. Sintesa Kajian Teori Penentuan Risiko (*Risk*)
Bencana Banjir**

Tujuan Penelitian	Indikator Penelitian	Sub-Indikator Penelitian	Sub-Sub-Indikator Penelitian
Risiko (<i>Risk</i>)	Bahaya (<i>Hazard</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Luas genangan • Kedalaman genangan • Lama genangan 	
	Kerentanan (<i>Vulnerability</i>)	Kerentanan Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> • Curah hujan • Jenis penggunaan lahan
		Kerentanan Fisik	<ul style="list-style-type: none"> • Fasilitas penting (meliputi fasilitas pendidikan dan peribadatan)
		Kerentanan Sosial	<ul style="list-style-type: none"> • Kepadatan penduduk • Laju pertumbuhan penduduk

Sumber: Sintesa Kajian Teori, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif/positivisme yaitu penelitian yang dilandasi pada suatu asumsi bahwa suatu gejala dapat diklasifikasikan dan hubungan gejala bersifat kausal (sebab-akibat) (Sugiyono, 2011). Penelitian ini menggunakan metode analisis teori dan analisis empiris, yakni penggunaan teori-teori untuk melakukan analisis dan menggambarkan analisis tentang risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo. Risiko bencana merupakan fungsi dari bahaya (*hazard*) dikalikan dengan kerentanan (*vulnerability*). Artinya, semakin tinggi ancaman bahaya bencana di suatu tempat, maka semakin tinggi pula risiko daerah tersebut terhadap bencana (berbanding lurus). Serta, semakin tinggi tingkat kerentanan suatu tempat (yang dikaji dalam aspek fisik, lingkungan, dan sosial), maka semakin tinggi pula risiko daerah tersebut terhadap bencana.

Dalam pelaksanaan penelitian, diawali dengan perumusan teori pembatasan lingkup, definisi secara teoritik, empirik yang berkaitan paradigma risiko bencana dan sintesa dari penelitian sejenis yang pernah dilakukan. Selanjutnya, teori tersebut dirumuskan menjadi sebuah konseptualisasi teoritik yang menghasilkan indikator, sub-indikator, dan sub-sub-indikator penelitian. Tahap terakhir adalah tahap generalisasi hasil, yang bertujuan memberikan rekomendasi berdasarkan hasil analisis.

3.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini berjenis deskriptif, yang artinya dalam penelitian ini akan mendeskripsikan setiap analisis serta menyajikan fakta secara sistematis sehingga lebih mudah untuk difahami dan disimpulkan (Azwar dalam Nugroho, 2011). Penelitian berjenis deskriptif tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu, namun hanya menggambarkan keadaan yang sebenar-benarnya dari

suatu variabel, gejala, atau keadaan. Jenis penelitian deskriptif ini digunakan untuk menjawab sasaran-sasaran penelitian yaitu:

- Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik ancaman bahaya (*hazard*) bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo.
- Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik kerentanan (*vulnerability*) Kabupaten Sidoarjo terhadap bencana banjir.
- Merumuskan zonasi risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo berdasarkan kerentanan.
- Menentukan rekomendasi pengendalian bencana banjir bagi Kabupaten Sidoarjo berdasarkan zonasi risiko.

3.3. Variabel Penelitian

Penentuan variabel dalam proses penelitian ini berasal dari indikator-indikator penelitian yang didapatkan dari hasil kajian teori kebencanaan dan teori banjir yang telah mengalami iterasi dari observasi awal di lapangan yang dilakukan peneliti untuk menangkap fenomena yang terjadi di wilayah penelitian serta mencocokkannya dengan teori yang ditinjau. Indikator penelitian akan terbagi dalam tiga kelompok, yakni identifikasi variabel dalam indikator bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan risiko (*risk*) bencana banjir.

3.3.1. Identifikasi Variabel Indikator Ancaman Bahaya (*Hazard*) Bencana Banjir

Dalam melakukan identifikasi karakteristik tingkat bahaya (*hazard*) banjir di wilayah penelitian, variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1. Variabel dan Definisi Operasional Identifikasi Karakteristik Ancaman Bahaya (*Hazard*) Bencana Banjir

Variabel	Definisi Operasional
Lama Genangan	Ukuran waktu lamanya air menggenang hingga surut
Kedalaman Genangan	Ukuran kedalaman air genangan dihitung dari permukaan air hingga dasar
Luas Genangan	Ukuran luasan daerah (area) tergenang karena banjir

Sumber: Hasil Tinjauan Pustaka, 2018

3.3.2. Identifikasi Variabel Indikator Kerentanan (*Vulnerability*) Bencana Banjir

Dalam melakukan identifikasi karakteristik tingkat kerentanan (*vulnerability*) banjir di wilayah penelitian, variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2. Variabel, Aspek, dan Definisi Operasional Identifikasi Karakteristik Kerentanan (*Vulnerability*) Bencana Banjir

Variabel	Definisi Operasional
Aspek Kerentanan Fisik	
Fasilitas Penting	Tingkatan hirarki suatu area yang digambarkan dari peran dan fungsi fasilitas penting yang dimilikinya
Aspek Kerentanan Sosial	
Kepadatan Penduduk	Perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas area
Laju Pertumbuhan Penduduk	Pertambahan jumlah penduduk di suatu wilayah tiap satuan waktu (tahunan)
Aspek Kerentanan Lingkungan	
Curah Hujan	Intensitas hujan maksimal yang terjadi dalam suatu rentang waktu
Jenis Penggunaan Lahan	Penggunaan lahan berdasarkan aktifitasnya, atau bentuk peruntukan lahan di atas tanah

Sumber: Hasil Tinjauan Pustaka, 2018

3.3.3. Identifikasi Indikator Penelitian Penentu Risiko (*Risk*) Bencana Banjir

Dalam melakukan identifikasi karakteristik zonasi risiko (*risk*) bencana banjir di wilayah penelitian, variabel yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3. Faktor dan Definisi Operasional Penentu Risiko (Risk) Bencana Banjir

Faktor	Definisi Operasional
Bahaya (<i>Hazard</i>)	Karakteristik tingkat ancaman bahaya bencana banjir
Kerentanan (<i>Vulnerability</i>)	Karakteristik tingkat kerentanan bencana banjir

Sumber: Hasil Tinjauan Pustaka, 2018

3.4. Metodologi Penelitian

3.4.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan pemenuhan data penelitian dan identifikasi karakteristik bahaya (*hazard*) dan kerentanan (*vulnerability*) bencana banjir di wilayah studi, dilakukan survei dengan metode survei sekunder. Teknik pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literatur dengan membaca pustaka yang telah diterbitkan maupun ke instansi yang terkait dan relevan dengan obyek penelitian. Berikut merupakan tabel desain survei sekunder yang akan digunakan dalam penelitian berdasarkan sumber data dan jenis data.

Tabel 3.4. Desain Survei Sekunder

No.	Sumber Data	Jenis Data
1.	Bappeda Kabupaten Sidoarjo	<ul style="list-style-type: none"> • Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo • Peta penggunaan lahan eksisting
2.	BPS Kabupaten Sidoarjo	<ul style="list-style-type: none"> • Kabupaten dan Kecamatan Dalam Angka • Data fasilitas penting • Data jumlah, laju, kepadatan penduduk • Data curah hujan
3.	BPBD Kabupaten Sidoarjo	<ul style="list-style-type: none"> • Data luas, lama, dan ketinggian genangan banjir

Sumber: Hasil Identifikasi Penulis, 2018

3.4.2. Metode Analisis

Metode analisis digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian yang akan dilakukan, maka dari itu diperlukan metode analisis yang tepat untuk mengolah data-data dan informasi yang telah dikumpulkan melalui survei primer dan sekunder. Berikut ini adalah metode analisis dan penjabaran dari analisis yang digunakan berdasarkan pada sasaran yang dicapai sehingga dapat mencapai tujuan penelitian.

Tabel 3.5. Matriks Metode Analisis Dalam Penelitian

No	Sasaran	Tujuan Analisis	Teknik Analisis	Hasil
1.	Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik ancaman bahaya (<i>hazard</i>) bencana banjir	Membandingkan antara variabel dengan teori atau kondisi eksisting sehingga didapat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ancaman bahaya (<i>hazard</i>) bencana banjir	Analisis Deskriptif	Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ancaman bahaya (<i>hazard</i>) bencana banjir
		Mengetahui zona ancaman bahaya (<i>hazard</i>) bencana banjir dengan cara meng- <i>overlay</i> peta dari faktor-faktor yang berpengaruh	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis <i>skoring</i> menggunakan Skala Likert • <i>Weighted overlay</i> dalam <i>Spatial Analyst Tools</i> di <i>software</i> ArcGIS 	Peta zona ancaman bahaya (<i>hazard</i>) bencana banjir

No	Sasaran	Tujuan Analisis	Teknik Analisis	Hasil
2.	Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik kerentanan (<i>vulnerability</i>) bencana banjir	Membandingkan antara variabel dengan teori atau kondisi eksisting sehingga didapat faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerentanan (<i>vulnerability</i>) bencana banjir	Analisis Deskriptif	Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerentanan (<i>vulnerability</i>) bencana banjir
		Mengetahui zona kerentanan (<i>vulnerability</i>) bencana banjir dengan cara meng- <i>overlay</i> peta dari masing-masing faktor-faktor yang berpengaruh	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis <i>skoring</i> menggunakan Skala Likert • <i>Weighted overlay</i> dalam <i>Spatial Analyst Tools</i> di <i>software</i> ArcGIS 	Peta zona kerentanan (<i>vulnerability</i>) bencana banjir
3.	Merumuskan zonasi risiko bencana banjir	Mengetahui zona berdasarkan tingkat risiko (<i>risk</i>) mulai dari yang terendah hingga tertinggi dengan cara meng- <i>overlay</i> peta dari indikator yang berpengaruh.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Weighted overlay</i> dalam <i>Spatial Analyst Tools</i> di <i>software</i> ArcGIS 	Peta zona risiko (<i>risk</i>) bencana banjir

No	Sasaran	Tujuan Analisis	Teknik Analisis	Hasil
4.	Menentukan rekomendasi pengendalian bencana banjir berdasarkan zonasi risiko	Mengetahui cara pengendalian bencana banjir yang tepat bagi Kabupaten Sidoarjo berdasarkan hasil zona risiko	Analisis Deskriptif	Rekomendasi pengendalian bencana banjir berdasarkan zonasi risiko

Sumber: Hasil Identifikasi Penulis, 2018

3.4.2.1. Analisis Skoring

Analisis skoring yang akan digunakan untuk menganalisis variabel yang mempengaruhi bahaya dan kerentanan di wilayah studi adalah metode Skala Likert. Risnita (2012) menjabarkan bahwa Skala Likert adalah sebuah tipe skala psikometri yang menggunakan angket dan menggunakan skala yang lebih luas dalam penelitian survei. Metode Likert merupakan metode penskalaan pernyataan sikap yang menggunakan distribusi respons sebagai dasar penentuan nilai skalanya. Biasanya dalam skala Likert terbagi dalam lima kategori yang digunakan, tetapi banyak pakar psikometri menggunakan tujuh sampai sembilan kategori. Lima kategori respon dipresentasikan kembali dalam bentuk sebuah tingkatan pengukuran ordinal. Kategori tersebut dipresentasikan lagi dalam bentuk inheren (dari tinggi ke rendah, yang kuat ke lemah, yang besar ke kecil) tetapi angka-angka yang tertera pada kategori tersebut tidak dapat mengidentifikasi perbedaan besaran antara skala interval atau skala rasio.

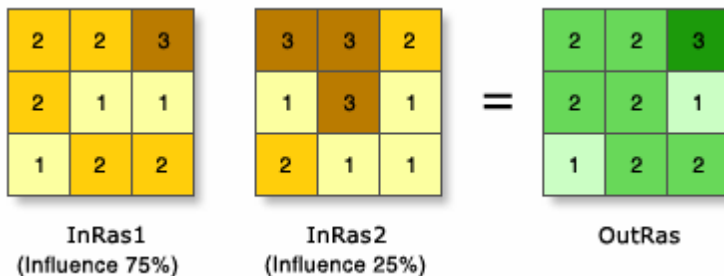
Dalam penelitian ini, pengaplikasian Skala Likert hanya pada *skoring*-nya saja, sedangkan untuk penentuan skor menggunakan analisis studi literatur dengan mengkaji pustaka yang telah diterbitkan dan relevan dengan variabel yang berpengaruh pada indikator penelitian. Maka dari itu, hasil output dari analisis ini berupa peta tingkat bahaya/kerentanan/risiko bencana banjir yang diklasifikasikan ke dalam 3 (tiga) kelas, yaitu:

- a. Bahaya/Kerentanan/Risiko Rendah (klasifikasi 1)
- b. Bahaya/Kerentanan/Risiko Sedang (klasifikasi 2)
- c. Bahaya/Kerentanan/Risiko Tinggi (klasifikasi 3)

Hasil *output* tersebut berjumlah 3 (tiga) kelas didasarkan pada matriks risiko dalam kajian teori risiko bencana oleh Bakornas-PB yang tercantum dalam buku Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia (2007).

3.4.2.2. Analisis *Weighted Overlay*

Analisis *weighted overlay* digunakan untuk menganalisis zona bahaya, zona kerentanan, dan zona risiko di wilayah studi. Alat analisis ini merupakan salah satu *Spatial Analysis Tools* di perangkat lunak ArcGIS (*Geographic Information System*) berupa aplikasi ArcMap 10.1. *Overlay* adalah teknik analisis spasial dengan melakukan tumpang tindih dengan fungsi matematis tertentu pada beberapa peta/variabel tertentu untuk menghasilkan tujuan atau peta yang diharapkan. *Weighted overlay* menerapkan sebuah skala penilaian untuk membedakan dan menidaksamakan *input* menjadi sebuah analisis yang terintegrasi. *Weighted overlay* memberikan pertimbangan terhadap faktor atau kriteria yang ditentukan dalam sebuah proses pemilihan kesesuaian. Hasil *output* peta menunjukkan pengaruh tiap input tersebut pada suatu geografis wilayah. Ilustrasi *Weighted Overlay* pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3.1. Ilustrasi Operasional Weighted Overlay

Sumber: <http://desktop.arcgis.com>, 2018

Analisis penentuan zona bahaya, kerentanan, dan risiko ini, menghasilkan zona tingkat bahaya/kerentanan/risiko dari zona sangat bahaya/rentan/berisiko hingga zona tidak bahaya/rentan/berisiko. Tingkatan zona ini akan menjadi bahan untuk menjawab sasaran berikutnya dalam penelitian ini.

3.5. Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara diagram telah tersaji dalam **Gambar 3.2**. Berikut ini adalah rincian penjelasan mengenai tahapan-tahapan dalam penelitian ini.

A. Perumusan Masalah

Tahapan ini meliputi identifikasi fenomena banjir beserta dampak negatif yang ditimbulkannya di wilayah penelitian, hal ini terangkum dalam rumusan masalah. dari rumusan masalah disintesis hingga menghasilkan pertanyaan penelitian, “rekomendasi pengendalian seperti apakah yang tepat bagi Kabupaten Sidoarjo agar dapat menanggulangi bencana banjir berdasarkan kawasan risikonya (*risk*)?”

B. Studi Literatur

Kegiatan ini dilakukan untuk mengumpulkan segala informasi yang berkaitan dengan penelitian, berupa teori-teori dan konsep, dan hal-hal lainnya yang relevan dengan penelitian ini. Sumber informasinya dapat berasal dari jurnal, makalah, buku, dan lain-lain yang dapat diakses melalui media cetak, elektronik maupun internet. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan pada bagian sebelumnya, diperoleh landasan teori tentang kebencanaan, paradigma risiko (*risk*), bahaya (*hazard*), dan kerentanan (*vulnerability*), dan teori-teori mengenai bencana banjir serta metode pengendaliannya.

C. Pengumpulan Data

Sebagai input penelitian, data dikumpulkan dan dikompilasi dengan seksama. Kelengkapan dan keakuratan data sangat mempengaruhi dalam melakukan proses analisis dan hasil penelitian.

Kebutuhan data disesuaikan dengan analisis faktor yang digunakan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data-data sekunder.

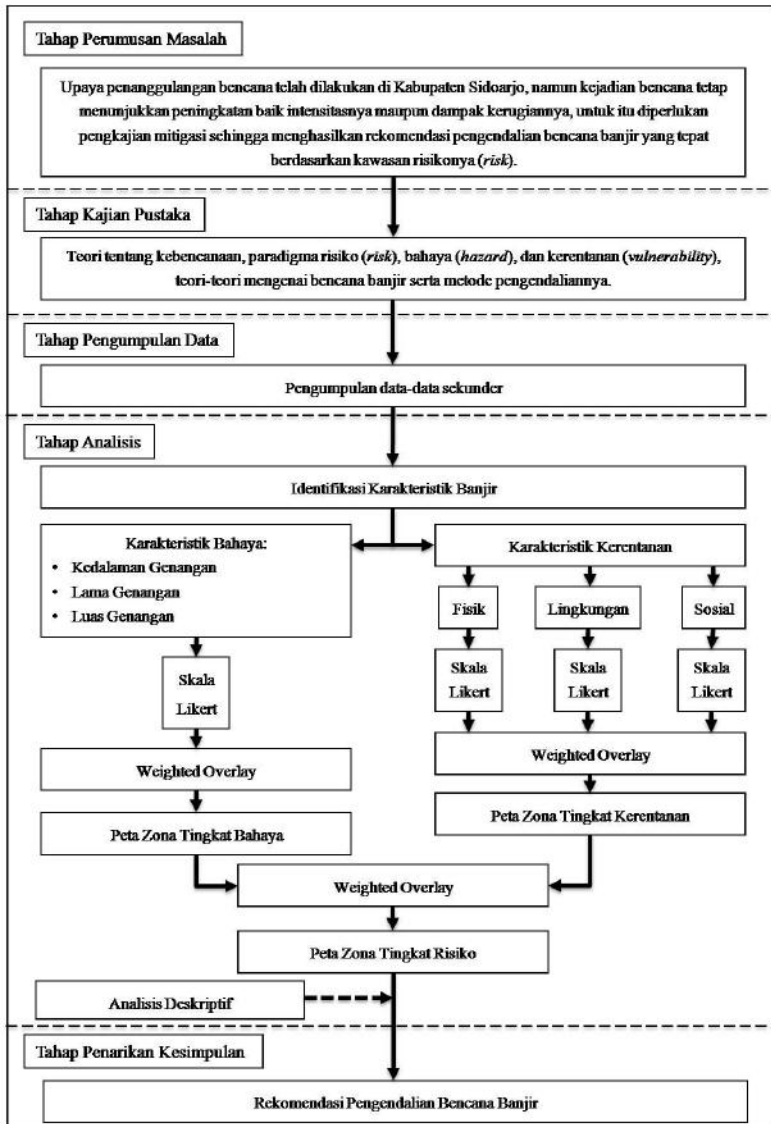
D. Analisis

Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan analisis, yaitu:

1. Analisis deskriptif untuk menentukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerentanan banjir dengan membandingkan variabel terhadap teori atau kondisi eksisting.
2. Analisis skoring menggunakan metode Skala Likert untuk digunakan sebagai landasan pengklasifikasian tingkat bahaya/rentan/risiko suatu variabel yang relevan dengan bencana banjir di wilayah studi.
3. Menentukan zona bahaya, kerentanan, dan risiko bencana banjir menggunakan alat analisis spasial *weighted overlay*, yang dilakukan dengan proses tumpang susun dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap bencana banjir.
4. Analisis deskriptif untuk menentukan metode pengendalian yang tepat bagi wilayah studi berdasarkan zonasi risikonya.

E. Penarikan Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap penentuan jawaban atas rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan hasil dari proses analisis yang telah dilakukan. Dalam proses penarikan kesimpulan diharapkan dapat mencapai tujuan akhir penelitian, yakni merumuskan rekomendasi pengendalian bencana banjir di wilayah penelitian.



Gambar 3.2. Alur Tahapan Penelitian

Sumber: Penulis, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Wilayah Studi

4.1.1. Orientasi Wilayah Penelitian

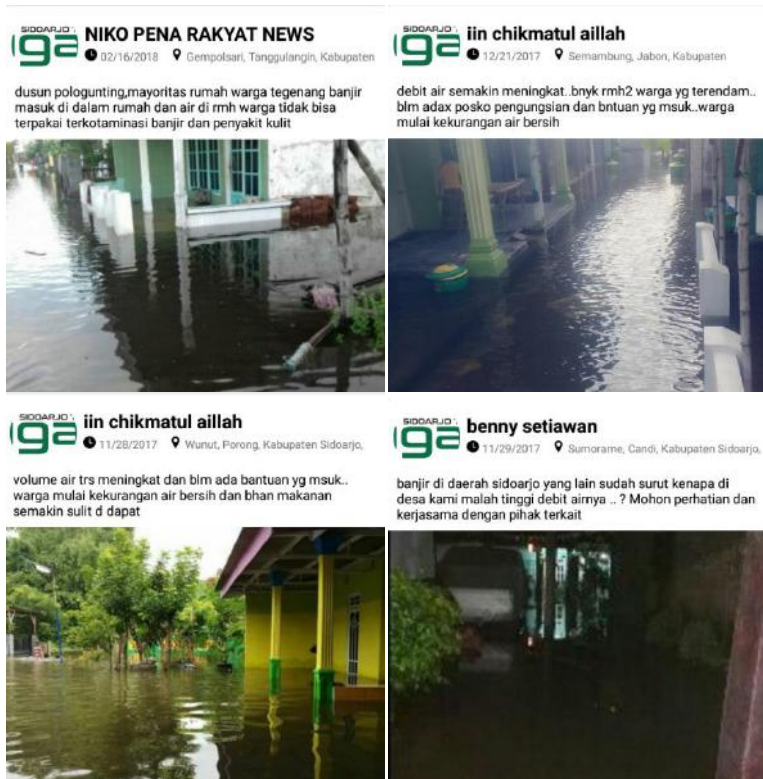
Secara geografis, wilayah studi memiliki total luas wilayah sebesar 9.370,21 ha, yang terdiri dari 29 desa/kelurahan yang tersebar di 5 kecamatan di Kabupaten Sidoarjo. Ditinjau dari topografi, wilayah studi rata-rata terletak pada 4 meter dari permukaan laut. Adapun batas-batas wilayah studi yakni sebagai berikut.

- Utara : Kecamatan Sidoarjo dan Kecamatan Wonoayu,
Kabupaten Sidoarjo
- Timur : Selat Madura
- Selatan : Kabupaten Pasuruan dan Kabupaten Mojokerto
- Barat : Kecamatan Prambon dan Kecamatan Krembung,
Kabupaten Sidoarjo

Untuk dapat melihat lebih jelas mengenai nama desa/kelurahan di wilayah studi juga luas wilayahnya dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

4.1.2. Ancaman Bahaya Banjir Di Kabupaten Sidoarjo

Ancaman bahaya banjir di wilayah penelitian diidentifikasi dari luas genangan, kedalaman genangan, dan lama genangan. Berikut merupakan gambar faktual kejadian ancaman bahaya banjir di wilayah penelitian.



Gambar 4.1. Kejadian Banjir di Wilayah Studi

Sumber: Aplikasi Pelaporan Kebencanaan, Sidoarjo Tanggap (SiGAP) oleh BPBD Kabupaten Sidoarjo, dalam Mobile berbasis Sistem Operasi Android

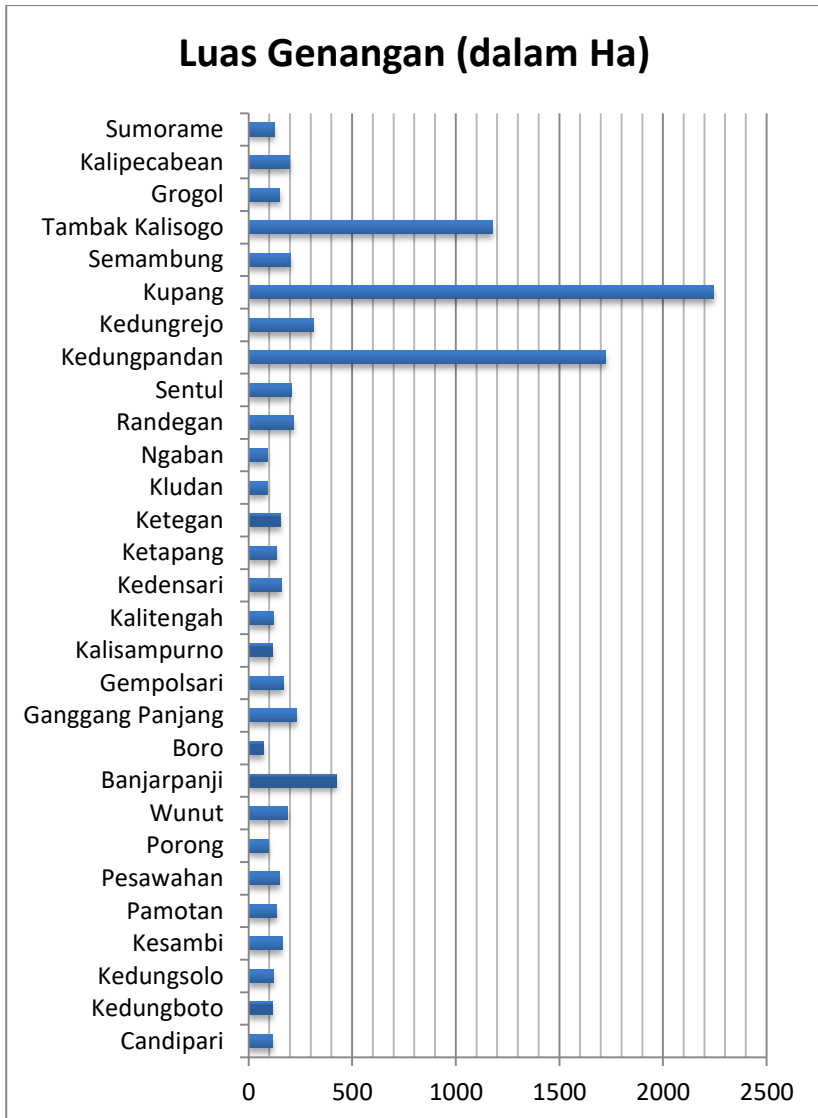
A. Luas Genangan

Genangan banjir di Kabupaten Sidoarjo terletak di 29 desa/kelurahan yang tersebar di Kecamatan Porong, Tanggulangin, Jabon, Tulangan, dan Kecamatan Candi. Data luasan genangan banjir di Kabupaten Sidoarjo dihitung berdasarkan luas wilayah tiap desa/kelurahan yang tergenang banjir. Data luas genangan banjir di wilayah studi dapat dilihat pada **Tabel 4.1** serta tersaji dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.2**.

Tabel 4.1. Luas Genangan Banjir di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas Genangan (ha)
1	Porong	Candipari	116
		Kedungboto	114
		Kedungsolo	119
		Kesambi	161
		Pamotan	136
		Pesawahan	147
		Porong	95
		Wunut	187
2	Tanggulangin	Banjarpanji	423,41
		Boro	72,07
		Ganggang Panjang	231,26
		Gempolsari	166,72
		Kalisampurno	116,17
		Kalitengah	119,39
		Kedensari	155,96
		Ketapang	134,45
		Ketegan	154,89
		Kludan	88,2
		Ngaban	88,2
		Randegan	215,12
		Sentul	204,37
3	Jabon	Kedungpandan	1.723,02
		Kedungrejo	311,03
		Kupang	2.242
		Semambung	200,41
		Tambak Kalisogo	1.176,44
4	Tulangan	Grogol	150,75
5	Candi	Kalipecabean	198
		Sumorame	123,35
Total			9.370,21

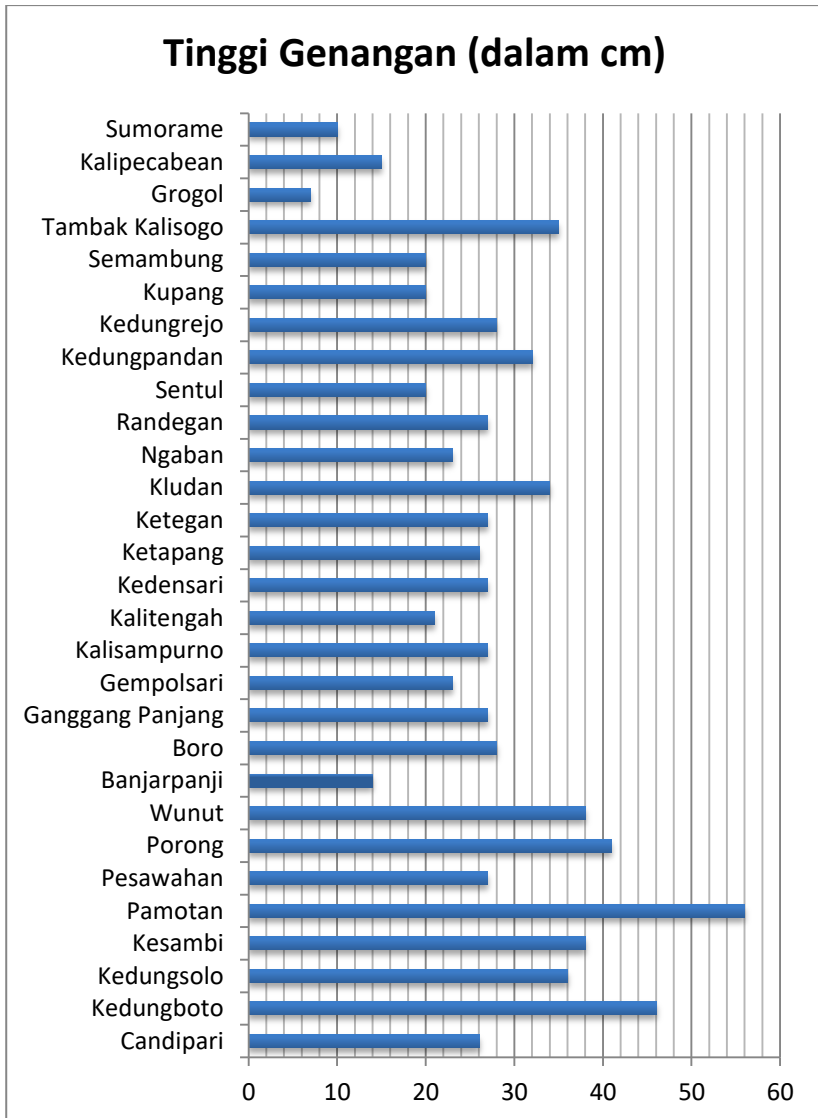
Sumber: Kecamatan Dalam Angka 2017



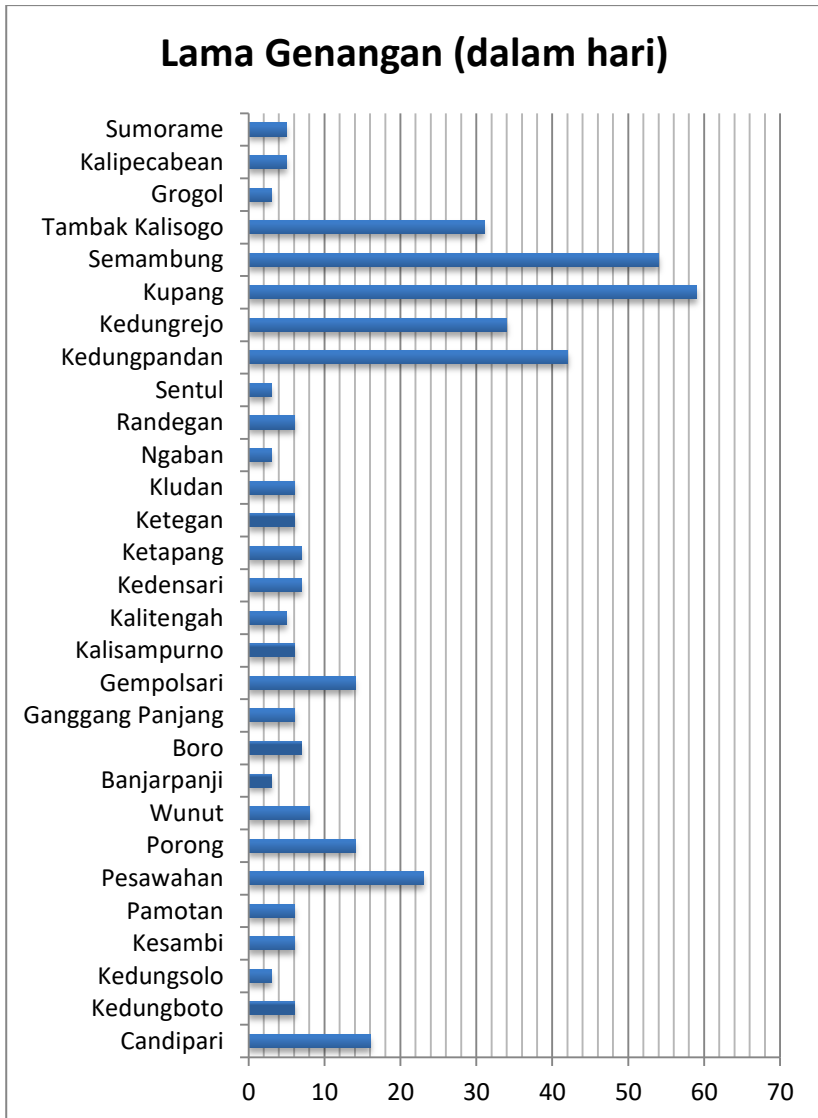
Gambar 4.2. Grafik Luas Genangan Banjir di Wilayah Studi

B. Tinggi dan Lama Genangan

Data tinggi dan lama genangan diperoleh dengan survei sekunder ke BPBD Kabupaten Sidoarjo. Kejadian banjir di Kabupaten Sidoarjo tahun 2017 terjadi di Bulan Januari, Februari, November, dan Desember, sedangkan di tahun 2018 terjadi di Bulan Februari. Rata-rata tinggi genangan banjir tercantum dalam **Tabel 4.2** serta tersaji dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.3**, sedangkan lama genangan banjir tercantum dalam **Tabel 4.3** serta tersaji dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.3. Grafik Tinggi Genangan Banjir di Wilayah Studi



Gambar 4.4. Grafik Tinggi Genangan Banjir di Wilayah Studi

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

**Tabel 4.2. Data Tinggi Genangan Banjir Di Wilayah Studi Tahun 2017-2018
(dalam cm)**

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Rata-Rata Tinggi Banjir					Rata-Rata Total Tinggi Banjir Per Desa/Kelurahan
			2017				2018	
			Jan	Feb	Nov	Des	Feb	
1	Porong	Candipari	-	-	35	-	18	26
		Kedungboto	-	-	46	-	-	46
		Kedungsolo	-	-	-	-	36	36
		Kesambi	-	-	38	-	-	38
		Pamotan	-	-	56	-	-	56
		Pesawahan	-	-	39	-	14	27
		Porong	-	-	51	-	31	41
		Wunut	-	-	38	-	-	38
2	Tanggulangun	Banjarpanji	-	-	-	-	14	14
		Boro	-	-	28	-	-	28
		Ganggang Panjang	-	-	27	-	-	27
		Gempolsari	-	-	26	-	20	23
		Kalisampurno	-	-	27	-	-	27
		Kalitengah	-	-	21	-	-	21
		Kedensari	-	-	27	-	-	27
		Ketapang	-	-	26	-	-	26
		Ketegan	-	-	27	-	-	27
		Kludan	-	-	34	-	-	34
		Ngaban	-	-	23	-	-	23
		Randegan	-	-	27	-	-	27

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Rata-Rata Tinggi Banjir					Rata-Rata Total Tinggi Banjir Per Desa/Kelurahan
			2017				2018	
			Jan	Feb	Nov	Des	Feb	
		Sentul	-	-	-	-	20	20
3	Jabon	Kedungpandan	30	40	-	20	40	32
		Kedungrejo	28	40	-	15	-	28
		Kupang	29	27	-	16	8	20
		Semambung	30	27	-	15	7	20
		Tambak Kalisogo	29	40	-	-	-	35
4	Tulangan	Grogol	-	-	7	-	-	7
5	Candi	Kalipecabean	-	-	15	-	-	15
		Sumorame	-	-	10	-	-	10
Rata-Rata Total Tinggi Banjir Per Bulan			29	35	30	16	21	

Sumber: BPBD Kabupaten Sidoarjo, 2018

**Tabel 4.3. Data Lama Genangan Banjir Di Wilayah Studi Tahun 2017-2018
(dalam hari)**

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Lama Genangan					Total Lama Genangan Banjir Per Desa/Kelurahan
			2017				2018	
			Jan	Feb	Nov	Des	Feb	
1	Porong	Candipari	-	-	9	-	7	16
		Kedungboto	-	-	6	-	-	6
		Kedungsolo	-	-	-	-	3	3
		Kesambi	-	-	6	-	-	6
		Pamotan	-	-	6	-	-	6
		Pesawahan	-	-	8	-	15	23
		Porong	-	-	8	-	6	14
		Wunut	-	-	8	-	-	8
2	Tanggulangun	Banjarpanji	-	-	-	-	3	3
		Boro	-	-	7	-	-	7
		Ganggang Panjang	-	-	6	-	-	6
		Gempolsari	-	-	7	-	7	14
		Kalisampurno	-	-	6	-	-	6
		Kalitengah	-	-	5	-	-	5
		Kedensari	-	-	7	-	-	7
		Ketapang	-	-	7	-	-	7
		Ketegan	-	-	6	-	-	6
		Kludan	-	-	6	-	-	6
		Ngaban	-	-	3	-	-	3
		Randegan	-	-	6	-	-	6

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Lama Genangan					Total Lama Genangan Banjir Per Desa/Kelurahan
			2017				2018	
			Jan	Feb	Nov	Des	Feb	
		Sentul	-	-	-	-	3	3
3	Jabon	Kedungpandan	22	9	-	7	4	42
		Kedungrejo	22	9	-	3	-	34
		Kupang	22	14	-	14	9	59
		Semambung	22	14	-	11	7	54
		Tambak Kalisogo	22	9	-	-	-	31
4	Tulangan	Grogol	-	-	3	-	-	3
5	Candi	Kalipecabean	-	-	5	-	-	5
		Sumorame	-	-	5	-	-	5
Total Lama Genangan Banjir Per Bulan			110	55	130	35	64	394
Rata-Rata Genangan Banjir Per Bulan			22	11	6	9	6	14

Sumber: BPBD Kabupaten Sidoarjo, 2018

4.1.3. Kerentanan Banjir di Kabupaten Sidoarjo

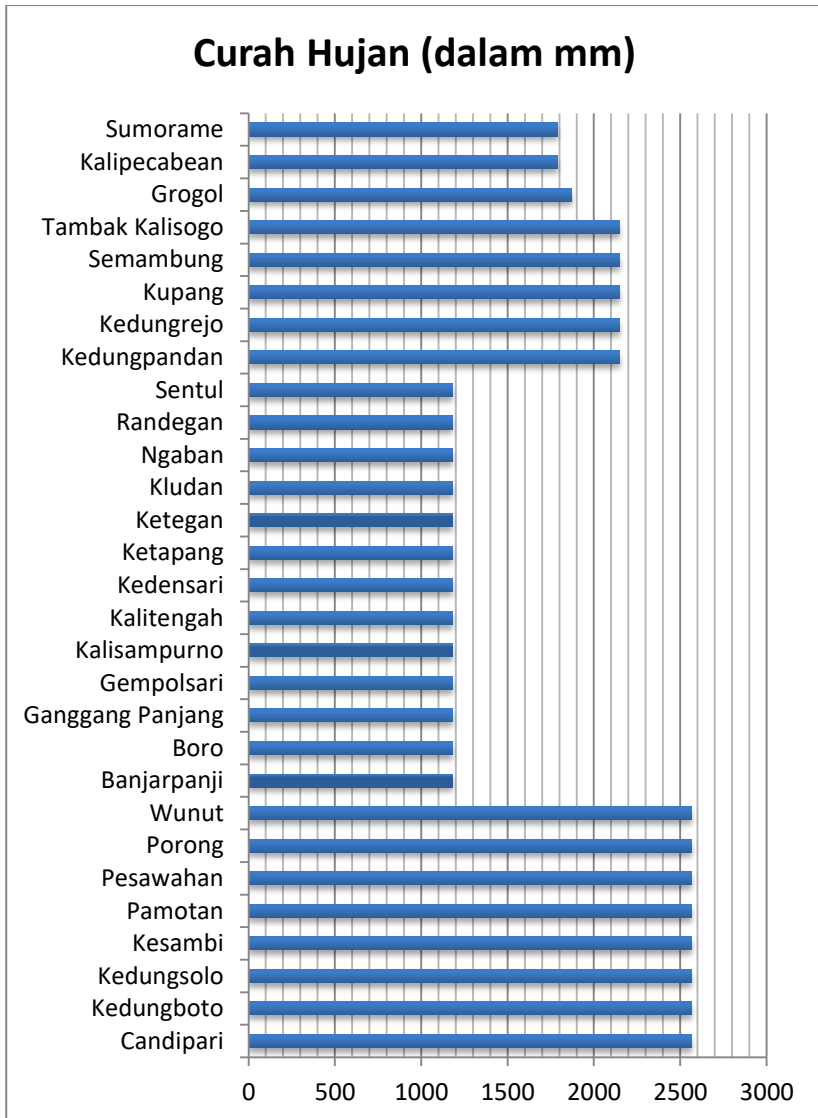
4.1.3.1. Kerentanan Lingkungan

A. Curah Hujan

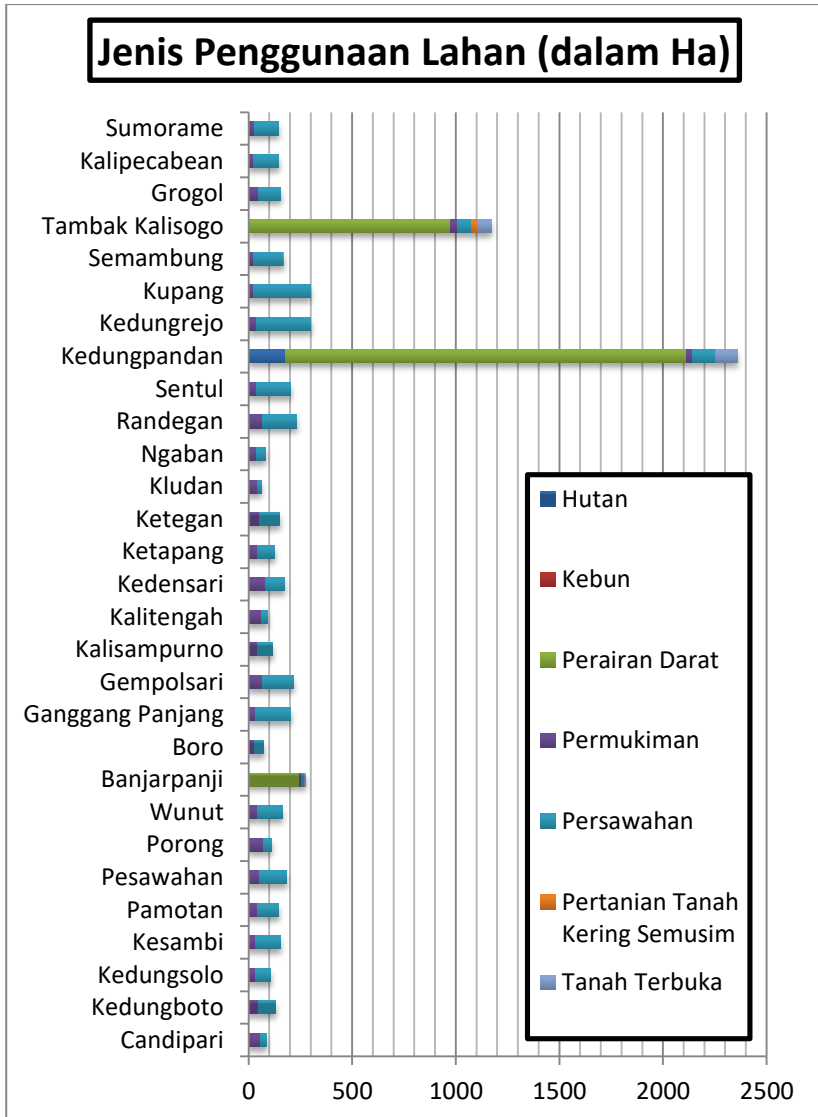
Rata-rata curah hujan di wilayah studi dihitung berdasarkan bulan. Selama tahun 2016, Kecamatan Porong memiliki total curah hujan tertinggi dengan 2.565 mm/tahun. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.4** serta tersaji dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.5**.

B. Jenis Penggunaan Lahan

Kondisi penggunaan lahan pada wilayah penelitian lebih didominasi oleh perairan darat dengan luas 3.163,933 Ha, diikuti oleh persawahan dengan luas 3.036,720 Ha, dan permukiman dengan luas 1.202,327 Ha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel 4.5** serta tersaji dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4.5. Grafik Jumlah Curah Hujan di Wilayah Studi



Gambar 4.6. Grafik Jenis Penggunaan Lahan di Wilayah Studi

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

**Tabel 4.4. Jumlah Curah Hujan di Wilayah Studi Tahun 2016
(dalam mm)**

Bulan	Kecamatan					Total Per Bulan	Rata-rata Per Bulan
	Porong	Jabon	Tanggulangin	Candi	Tulangan		
Januari	233	178	250	235	313	1.209	242
Februari	604	499	133	260	505	2.001	400
Maret	297	291	11	195	315	1.109	222
April	228	132	179	225	161	925	185
Mei	180	129	56	175	118	658	132
Juni	148	144	95	110	54	551	110
Juli	137	167	70	95	42	511	102
Agustus	44	17	-	-	6	67	22
September	80	42	-	-	-	122	61
Oktober	180	137	7	100	-	424	106
Nopember	95	76	95	185	10	461	92
Desember	339	338	282	210	347	1.516	303
Total Per Kecamatan	2.565	2.150	1.178	1.790	1.871		
Rata-rata Per Kecamatan	214	179	118	179	187		

Sumber: Kecamatan Dalam Angka 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

**Tabel 4.5. Luas Penggunaan Lahan Eksisting Per Kecamatan di Wilayah Studi
(dalam ha)**

No.	Kecamatan	Kelurahan	Luas Per Landuse							Total Luas Per Desa/Kelurahan
			Hutan	Kebun	Perairan Darat	Permukiman	Persawahan	Pertanian Tanah Kering Semusim	Tanah Terbuka	
1.	Candi	Kali Pecabean	-	1,360	-	20,568	122,712	-	-	144,640
		Sumorame	-	-	-	29,486	114,390	-	-	143,876
2.	Jabon	Kedungpandan	175,596	1,437	1.934,675	30,847	108,506	5,909	100,666	2.357,634
		Kedungrejo	-	-	6,074	31,416	262,772	-	-	300,262
		Kupang	-	-	-	23,226	272,943	-	-	296,168
		Semambung	-	-	-	22,081	144,682	1,804	-	168,567
		Tambakkalisogo	2,097	-	971,960	31,596	67,888	30,604	68,625	1.172,771
3.	Porong	Candipari	-	-	-	54,790	29,107	-	-	83,897
		Kedungboto	-	-	-	45,858	84,735	-	-	130,593
		Kedungsolo	-	-	-	31,518	71,419	-	-	102,938
		Kesambi	-	-	-	33,242	121,511	-	-	154,754
		Pamotan	-	-	-	41,541	103,002	-	-	144,544
		Pesawahan	-	-	-	51,214	131,877	-	-	183,091
		Porong	-	-	3,928	67,552	36,158	-	-	107,638
		Wunut	-	-	-	44,585	116,554	-	-	161,139
4.	Tanggulangin	Banjarpanji	-	0,001	244,085	9,324	15,985	-	5,576	274,971
		Boro	-	-	-	27,524	45,011	-	-	72,535
		Ganggang Panjang	-	-	-	32,793	170,284	-	-	203,077
		Gempolsari	-	-	1,107	64,591	150,248	-	-	215,945
		Kalisampurno	-	-	-	44,388	70,731	-	-	115,119
		Kalitengah	-	-	-	62,112	29,312	-	-	91,424
		Kedensari	-	-	-	79,427	91,552	-	-	170,979
		Ketapang	-	-	-	44,722	79,854	-	-	124,576
		Ketegan	-	-	-	50,060	98,585	-	-	148,645
		Kludan	-	-	-	42,724	17,673	-	-	60,397
		Ngaban	-	-	-	39,099	42,414	-	-	81,513
		Randegan	-	-	-	65,553	165,004	-	-	230,556
		Sentul	-	-	2,105	33,973	164,757	-	-	200,834
5.	Tulangan	Grogol	-	-	-	46,517	107,053	-	-	153,570
Total Luas Per Landuse			177,693	2,799	3.163,933	1.202,327	3.036,720	38,317	174,867	7.796,655

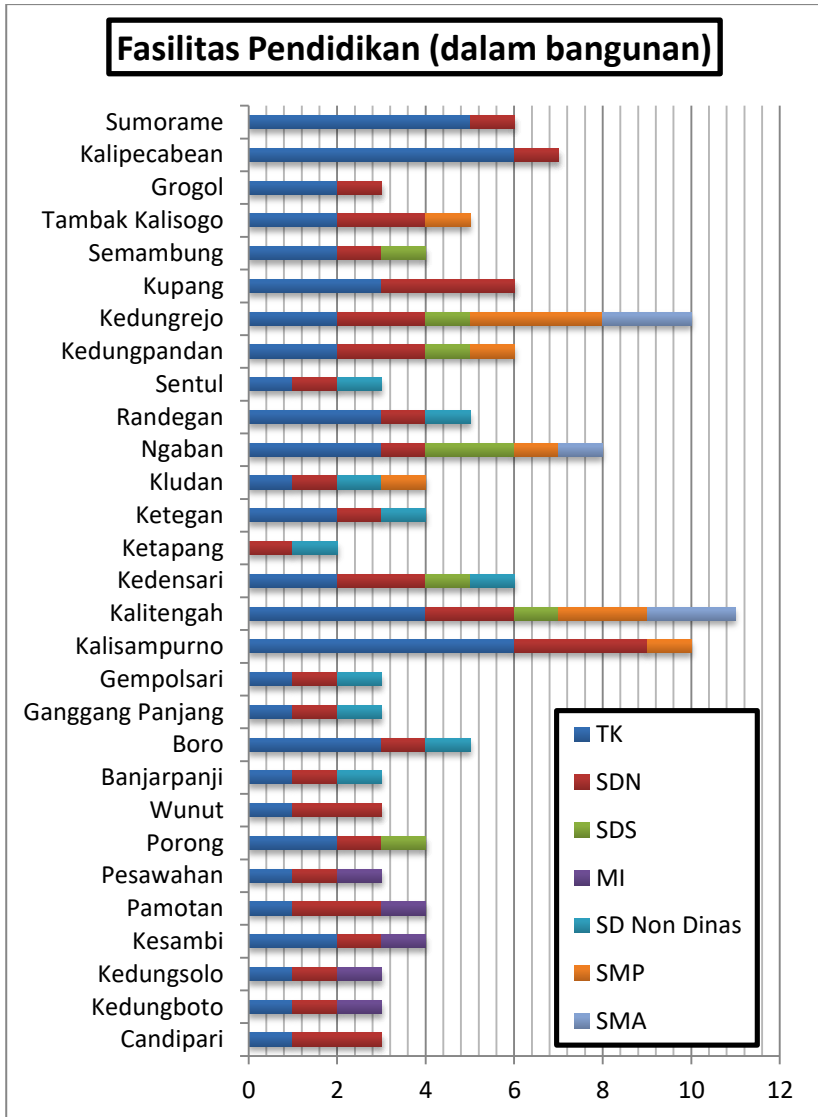
Sumber: RTRW Kabupaten Sidoarjo 2009-2029

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

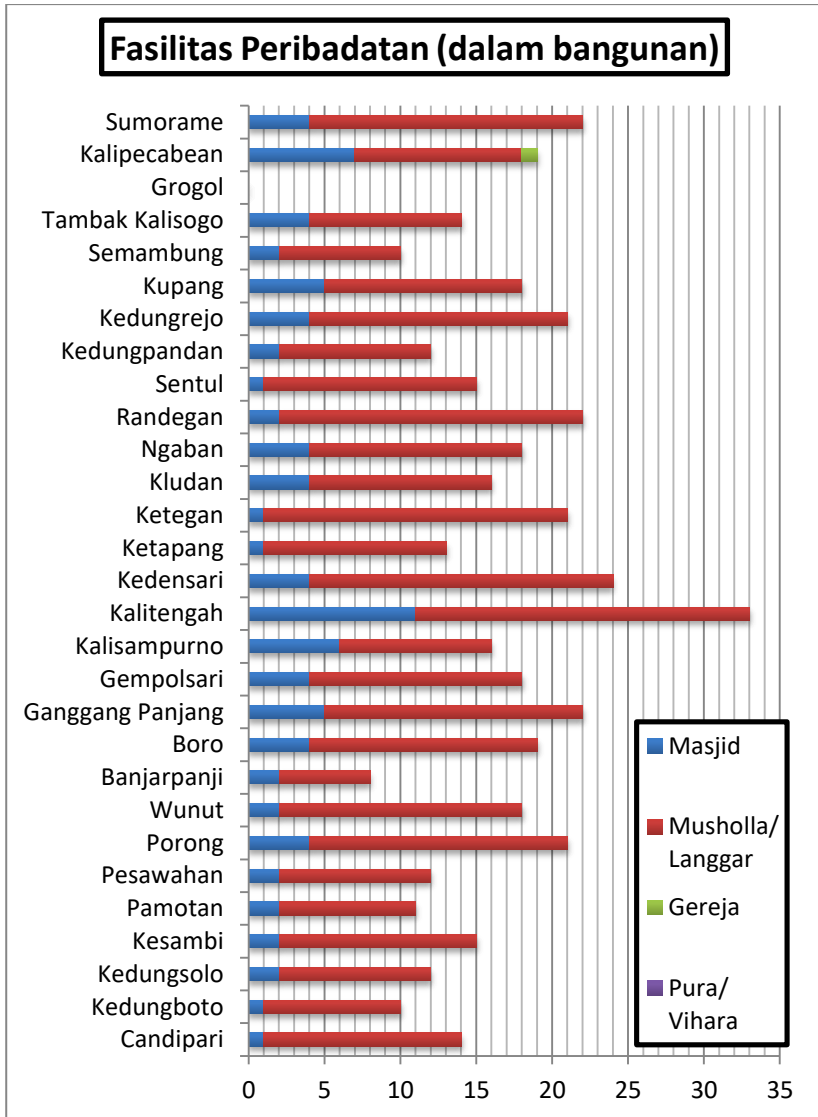
4.1.3.2. Kerentanan Fisik

A. Fasilitas Penting

Fasilitas umum merupakan salah satu komponen penting pembentuk aktifitas suatu wilayah. Dalam penelitian ini, fasilitas penting terdiri dari fasilitas pendidikan dan fasilitas peribadatan. Persebaran fasilitas penting di Kabupaten Sidoarjo secara spesifik tersaji dalam **Tabel 4.6** dan **Tabel 4.7** serta tersaji dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.7** dan **Gambar 4.8**.



Gambar 4.7. Grafik Jumlah Fasilitas Pendidikan di Wilayah Studi



Gambar 4.8. Grafik Jumlah Fasilitas Peribadatan di Wilayah Studi

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

**Tabel 4.6. Jumlah Fasilitas Pendidikan di Wilayah Studi Tahun 2016
(dalam bangunan)**

No.	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Fasilitas Pendidikan							Total
			TK	SDN	SDS	MI	SD Non Dinas	SMP	SMA	
1.	Porong	Candipari	1	2	0	0	0	0	0	3
		Kedungboto	1	1	0	1	0	0	0	3
		Kedungsolo	1	1	0	1	0	0	0	3
		Kesambi	2	1	0	1	0	0	0	4
		Pamotan	1	2	0	1	0	0	0	4
		Pesawahan	1	1	0	1	0	0	0	3
		Porong	2	1	1	0	0	0	0	4
		Wunut	1	2	0	0	0	0	0	3
2.	Tanggulangun	Banjarpanji	1	1	0	0	1	0	0	3
		Boro	3	1	0	0	1	0	0	5
		Ganggang Panjang	1	1	0	0	1	0	0	3
		Gempolsari	1	1	0	0	1	0	0	3
		Kalisampurno	6	3	0	0	0	1	0	10
		Kalitengah	4	2	1	0	0	2	2	11
		Kedensari	2	2	1	0	1	0	0	6
		Ketapang	0	1	0	0	1	0	0	2
		Ketegan	2	1	0	0	1	0	0	4
		Kludan	1	1	0	0	1	1	0	4
		Ngaban	3	1	2	0	0	1	1	8
		Randegan	3	1	0	0	1	0	0	5
		Sentul	1	1	0	0	1	0	0	3

No.	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Fasilitas Pendidikan							Total
			TK	SDN	SDS	MI	SD Non Dinas	SMP	SMA	
3.	Jabon	Kedungpandan	2	2	1	0	0	1	0	6
		Kedungrejo	2	2	1	0	0	3	2	10
		Kupang	3	3	0	0	0	0	0	6
		Semambung	2	1	1	0	0	0	0	4
		Tambakkalisogo	2	2	0	0	0	1	0	5
4.	Tulangan	Grogol	2	1	0	0	0	0	0	3
5.	Candi	Kali Pecabean	6	1	0	0	0	0	0	7
		Sumorame	5	1	0	0	0	0	0	6

Sumber: Kecamatan Dalam Angka 2017

**Tabel 4.7. Jumlah Fasilitas Peribadatan di Wilayah Studi Tahun 2016
(dalam bangunan)**

No.	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Fasilitas Peribadatan				Total
			Masjid	Musholla/Langgar	Gereja	Pura/Vihara	
1.	Porong	Candipari	1	13	0	0	14
		Kedungboto	1	9	0	0	10
		Kedungsolo	2	10	0	0	12
		Kesambi	2	13	0	0	15
		Pamotan	2	9	0	0	11
		Pesawahan	2	10	0	0	12
		Porong	4	17	0	0	21
		Wunut	2	16	0	0	18
2.	Tanggulangun	Banjarpanji	2	6	0	0	8
		Boro	4	15	0	0	19
		Ganggang Panjang	5	17	0	0	22
		Gempolsari	4	14	0	0	18
		Kalisampurno	6	10	0	0	16
		Kalitengah	11	22	0	0	33
		Kedensari	4	20	0	0	24
		Ketapang	1	12	0	0	13
		Ketegan	1	20	0	0	21
		Kludan	4	12	0	0	16
		Ngaban	4	14	0	0	18
		Randegan	2	20	0	0	22
		Sentul	1	14	0	0	15

No.	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Fasilitas Peribadatan				Total
			Masjid	Musholla/Langgar	Gereja	Pura/Vihara	
3.	Jabon	Kedungpandan	2	10	0	0	12
		Kedungrejo	4	17	0	0	21
		Kupang	5	13	0	0	18
		Semambung	2	8	0	0	10
		Tambakkalisogo	4	10	0	0	14
4.	Tulangan	Grogol	0	0	0	0	0
5.	Candi	Kali Pecabean	7	11	1	0	19
		Sumorame	4	18	0	0	22

Sumber: Kecamatan Dalam Angka 2017

4.1.3.3. Kerentanan Sosial

A. Jumlah dan Kepadatan Penduduk

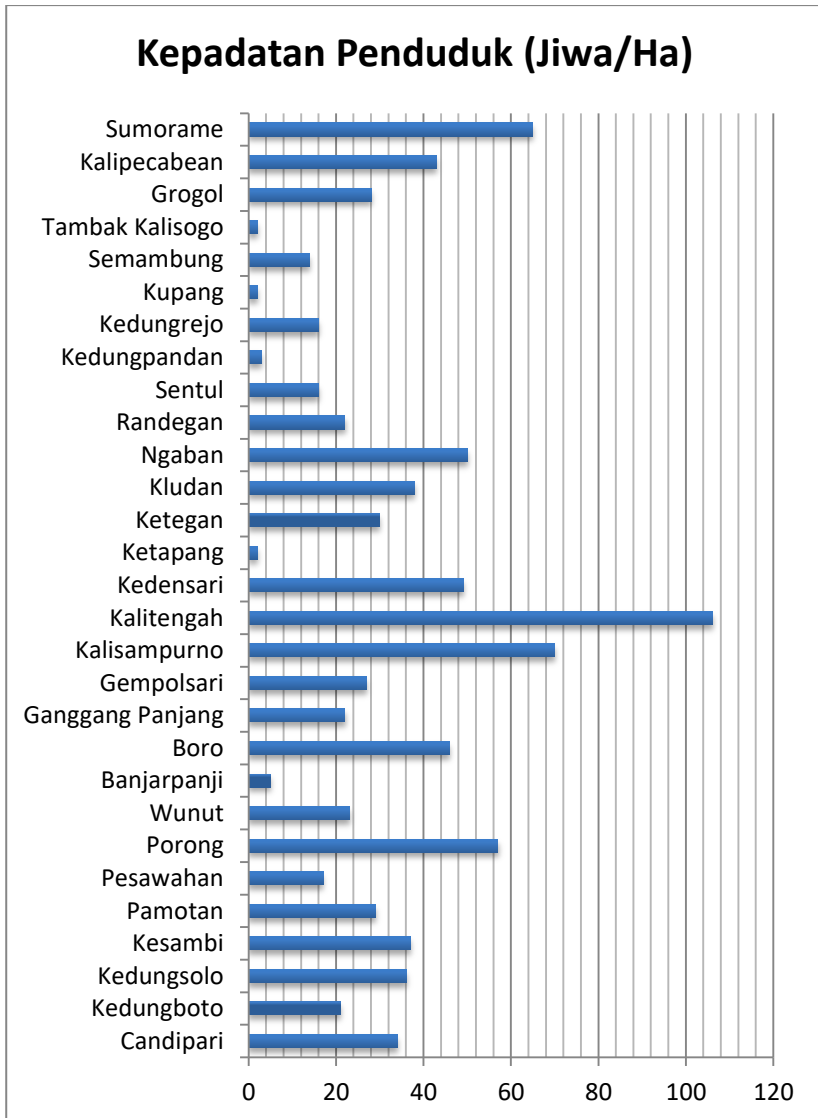
Jumlah penduduk pada wilayah studi pada tahun 2016 berjumlah 137.084 jiwa dengan kepadatan penduduk rata-rata 31 jiwa/ha. Jumlah penduduk dan kepadatan penduduk tertinggi terdapat di Desa/Kelurahan Kalitengah – Kecamatan Tanggulangin dengan jumlah penduduk mencapai 12.676 jiwa dan dengan kepadatan mencapai 106 jiwa/ha. Untuk lebih jelasnya mengenai jumlah dan kepadatan penduduk dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4.8. Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi Tahun 2016

No.	Kecamatan	Kelurahan	Luas Wilayah (ha)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/ha)
1.	Porong	Candipari	116	3.925	34
		Kedungboto	114	2.365	21
		Kedungsolo	119	4.302	36
		Kesambi	161	5.934	37
		Pamotan	136	3.927	29
		Pesawahan	147	2.431	17
		Porong	95	5.444	57
		Wunut	187	4.312	23
2.	Tanggulangin	Banjarpanji	423,41	2.164	5
		Boro	72,07	3.330	46
		Ganggang Panjang	231,26	4.984	22
		Gempolsari	166,72	4.498	27
		Kali-sampurno	116,17	8.155	70
		Kalitengah	119,39	12.676	106
		Kedensari	155,96	7.661	49
		Ketapang	134,45	323	2
		Ketegan	154,89	4.616	30
		Kludan	88,2	3.358	38
		Ngaban	88,2	4.387	50
		Randegan	215,12	4.628	22
		Sentul	204,37	3.347	16

No.	Kecamatan	Kelurahan	Luas Wilayah (ha)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kepadatan Penduduk (jiwa/ha)
3.	Jabon	Kedungpandan	1.723,02	4.891	3
		Kedungrejo	311,03	5.032	16
		Kupang	2242	4.341	2
		Semambung	200,41	2.891	14
		Tambak-kalisogo	1.176,44	2.461	2
4.	Tulangan	Grogol	150,75	4.159	28
5.	Candi	Kali Pecabean	198	8.513	43
		Sumorame	123,35	8.029	65
Total			9.370,21	137.084	
Rata-rata					31

Sumber: Kecamatan Dalam Angka 2017



Gambar 4.9. Grafik Jumlah Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi

B. Laju Pertumbuhan Penduduk

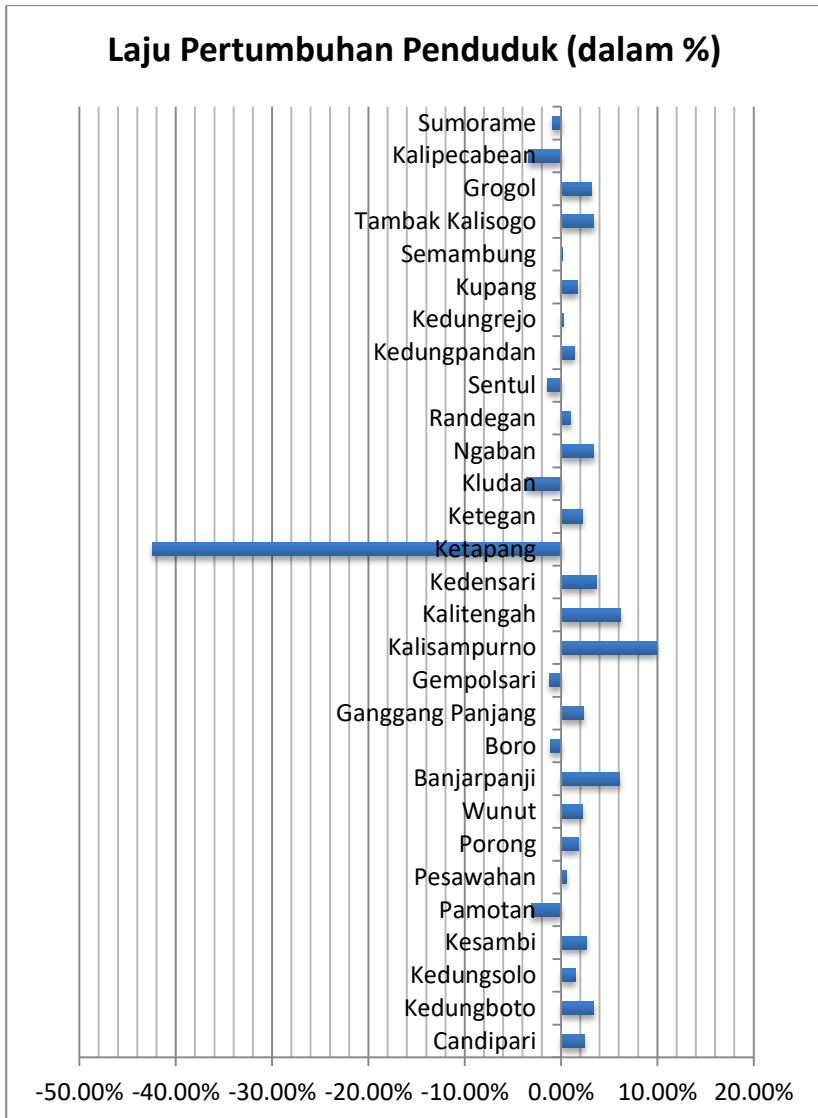
Laju pertumbuhan penduduk tertinggi terdapat di Desa/Kelurahan Kalisampurno – Kecamatan Tanggulangin dengan laju pertumbuhan penduduk 9,9% dan laju pertumbuhan terendah terletak di Desa/Kelurahan Ketapang – Kecamatan Tanggulangin dengan laju pertumbuhan penduduk -42,4%. Untuk lebih jelasnya mengenai jumlah dan kepadatan penduduk dapat dilihat pada **Tabel 4.9.**

**Tabel 4.9. Laju Pertumbuhan Penduduk
di Wilayah Studi Tahun 2011-2016**

No.	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)		Laju Pertumbuhan Penduduk (%)
			Tahun 2012	Tahun 2017	
1.	Porong	Candipari	3481	3925	2,4%
		Kedungboto	1999	2365	3,4%
		Kedungsolo	3986	4302	1,5%
		Kesambi	5222	5934	2,6%
		Pamotan	4605	3927	-3,1%
		Pesawahan	2363	2431	0,6%
		Porong	4972	5444	1,8%
2.	Tanggulangin	Wunut	3863	4312	2,2%
		Banjarpanji	1608	2164	6,1%
		Boro	3516	3330	-1,1%
		Ganggang Panjang	4453	4984	2,3%
		Gempolsari	4778	4498	-1,2%
		Kalisampurno	5093	8155	9,9%
		Kalitengah	9403	12676	6,2%
		Kedensari	6385	7661	3,7%
		Ketapang	5094	323	-42,4%
		Ketegan	4144	4616	2,2%
		Kludan	4030	3358	-3,6%
		Ngaban	3707	4387	3,4%
		Randegan	4411	4628	1,0%

No.	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)		Laju Pertumbuhan Penduduk (%)
			Tahun 2012	Tahun 2017	
		Sentul	3593	3347	-1,4%
3.	Jabon	Kedung- pandan	4566	4891	1,4%
		Kedungrejo	4992	5032	0,2%
		Kupang	3995	4341	1,7%
		Semambung	2880	2891	0,1%
		Tambak- kalisogo	2087	2461	3,4%
4.	Tulangan	Grogol	3570	4159	3,1%
5.	Candi	Kali Pecabean	10134	8513	-3,4%
		Sumorame	8396	8029	-0,9%

Sumber: Kecamatan Dalam Angka 2017



Gambar 4.10. Grafik Jumlah Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi

4.2. Analisis Indikator Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir

4.2.1. Analisis Tingkat Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir

Pada tahap ini dilakukan analisis klasifikasi nilai *skoring* yang akan digunakan untuk melakukan analisis penentuan zona bahaya bencana banjir.

A. Luas Genangan

Nilai *skoring* didapatkan dari penelitian milik (Prayudhatama, 2017), namun satuan luasan diubah dari m² ke Ha, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

- Skor 1 : < 100 Ha (ancaman bahaya rendah)
 Skor 2 : 100 – 300 Ha (ancaman bahaya sedang)
 Skor 3 : > 300 Ha (ancaman bahaya tinggi)

**Tabel 4.10. Skoring Variabel Luas Genangan Banjir
di Wilayah Studi**

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas Genangan (Ha)	Skoring
1	Porong	Candipari	116,00	2
		Kedungboto	114,00	2
		Kedungsolo	119,00	2
		Kesambi	161,00	2
		Pamotan	136,00	2
		Pesawahan	147,00	2
		Porong	95,00	1
		Wunut	187,00	2
2	Tanggulangi	Banjarpanji	423,41	3
		Boro	72,07	1
		Ganggang Panjang	231,26	2
		Gempolsari	166,72	2
		Kalisampurno	116,17	2
		Kalitengah	119,39	2
		Kedensari	155,96	2
		Ketapang	134,45	2
		Ketegan	154,89	2

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Luas Genangan (Ha)	Skoring
		Kludan	88,20	1
		Ngaban	88,20	1
		Randegan	215,12	2
		Sentul	204,37	2
3	Jabon	Kedungpandan	1.723,02	3
		Kedungrejo	311,03	3
		Kupang	2.242,00	3
		Semambung	200,41	2
		Tambak Kalisogo	1.176,44	3
4	Tulangan	Grogol	150,75	2
5	Candi	Kalipecabean	198,00	2
		Sumorame	123,35	2

Sumber: Hasil Analisis, 2018

B. Kedalaman Genangan

Nilai skoring didapatkan dari Perka BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

Skor 1 : < 76 cm (ancaman bahaya rendah)

Skor 2 : 76 – 150 cm (ancaman bahaya sedang)

Skor 3 : > 150 cm (ancaman bahaya tinggi)

Tabel 4.11. Skoring Variabel Tinggi Genangan Banjir Di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Tinggi Genangan (cm)	Skoring
1	Porong	Candipari	26	1
		Kedungboto	46	1
		Kedungsolo	36	1
		Kesambi	38	1
		Pamotan	56	1
		Pesawahan	27	1
		Porong	41	1
		Wunut	38	1
2	Tanggulangun	Banjarpanji	14	1

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Tinggi Genangan (cm)	Skoring
		Boro	28	1
		Ganggang Panjang	27	1
		Gempolsari	23	1
		Kalisampurno	27	1
		Kalitengah	21	1
		Kedensari	27	1
		Ketapang	26	1
		Ketegan	27	1
		Kludan	34	1
		Ngaban	23	1
		Randegan	27	1
		Sentul	20	1
3	Jabon	Kedungpandan	32	1
		Kedungrejo	28	1
		Kupang	20	1
		Semambung	20	1
		Tambak Kalisogo	35	1
4	Tulangan	Grogol	7	1
5	Candi	Kalipecabean	15	1
		Sumorame	10	1

Sumber: Hasil Analisis, 2018

C. Lama Genangan

Nilai skoring didapatkan dari penelitian milik (Prayudhatama, 2017), namun satuan lama genangan diubah dari jam ke hari, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

- Skor 1 : < 12 hari (ancaman bahaya rendah)
 Skor 2 : 12 – 24 hari (ancaman bahaya sedang)
 Skor 3 : > 24 hari (ancaman bahaya tinggi)

**Tabel 4.12. Skoring Variabel Lama Genangan Banjir
Di Wilayah Studi**

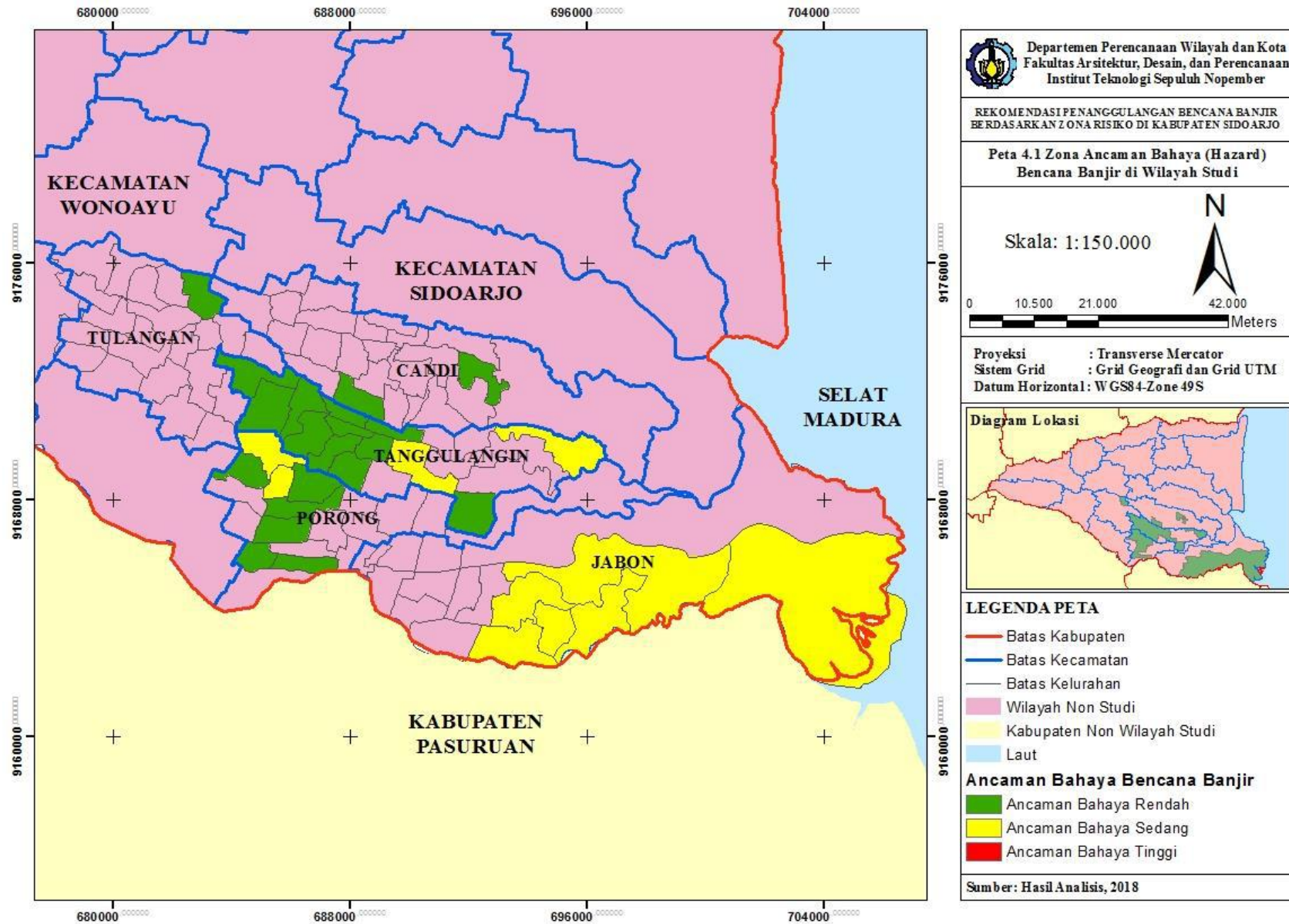
No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Lama Genangan (hari)	Skoring
1	Porong	Candipari	16	2
		Kedungboto	6	1
		Kedungsolo	3	1
		Kesambi	6	1
		Pamotan	6	1
		Pesawahan	23	2
		Porong	14	2
		Wunut	8	1
2	Tanggulangin	Banjarpanji	3	1
		Boro	7	1
		Ganggang Panjang	6	1
		Gempolsari	14	2
		Kalisampurno	6	1
		Kalitengah	5	1
		Kedensari	7	1
		Ketapang	7	1
		Ketegan	6	1
		Kludan	6	1
		Ngaban	3	1
		Randegan	6	1
		Sentul	3	1
3	Jabon	Kedungpandan	42	3
		Kedungrejo	34	3
		Kupang	59	3
		Semabung	54	3
		Tambak Kalisogo	31	3
4	Tulangan	Grogol	3	1
5	Candi	Kalipecabean	5	1
		Sumorame	5	1

Sumber: Hasil Analisis, 2018

4.2.2. Analisis Penentuan Zona Ancaman Bahaya (*Hazard*) Bencana Banjir

Analisis penentuan zona ancaman bahaya bencana banjir dilakukan dengan menggunakan alat analisis spasial yaitu *weighted overlay* antar variabel yang berpengaruh yakni lama genangan, kedalaman genangan, dan luas genangan yang telah di-*skoring* pada analisis sebelumnya, sehingga dihasilkan peta zona ancaman bahaya bencana banjir yang dapat dilihat pada **Peta 4.1**.

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

4.3. Analisis Indikator Kerentanan (*Vulnerability*) Bencana Banjir

4.3.1. Analisis Tingkat Kerentanan (*Vulnerability*) Bencana Banjir

Pada tahap ini dilakukan analisis klasifikasi nilai parameter yang akan digunakan untuk melakukan analisis penentuan zona kerentanan bencana banjir.

4.3.1.1. Analisis Skoring Kerentanan Lingkungan

A. Curah Hujan

Nilai skoring didapatkan dari Puslit Tanah (2004), sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

Skor 1 : < 2.000 mm	(kerentanan rendah)
Skor 2 : 2.000 – 3.000 mm	(kerentanan sedang)
Skor 3 : > 3.000 mm	(kerentanan tinggi)

Tabel 4.13. Skoring Variabel Curah Hujan di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Curah Hujan (mm)	Skoring
1	Porong	Candipari	2565	2
		Kedungboto	2565	2
		Kedungsolo	2565	2
		Kesambi	2565	2
		Pamotan	2565	2
		Pesawahan	2565	2
		Porong	2565	2
		Wunut	2565	2
2	Tanggulangin	Banjarpanji	1178	1
		Boro	1178	1
		Ganggang Panjang	1178	1
		Gempolsari	1178	1
		Kalisampurno	1178	1
		Kalitengah	1178	1
		Kedensari	1178	1
		Ketapang	1178	1
		Ketegan	1178	1
		Kludan	1178	1

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Curah Hujan (mm)	Skoring
		Ngaban	1178	1
		Randegan	1178	1
		Sentul	1178	1
3	Jabon	Kedungpandan	2150	2
		Kedungrejo	2150	2
		Kupang	2150	2
		Semambung	2150	2
		Tambak Kalisogo	2150	2
4	Tulangan	Grogol	1871	1
5	Candi	Kalipecabean	1790	1
		Sumorame	1790	1

Sumber: Hasil Analisis, 2018

B. Jenis Penggunaan Lahan

Nilai skoring didapatkan dari Permen PU No. 20/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknik Analisis Aspek Fisik & Lingkungan, Ekonomi, Serta Sosial Budaya Dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

Skor 1 : Hutan, Tanah Terbuka, Perairan Darat

(kerentanan rendah)

Skor 2 : Kebun, Persawahan, Pertanian Tanah Kering Semusim

(kerentanan sedang)

Skor 3 : Permukiman

(kerentanan tinggi)

Setelah di *skoring* berdasarkan masing-masing penggunaan lahan yang ada di tiap desa/kelurahan, lalu didapatkan *skoring* total dengan kisaran total antara 1-12, dengan asumsi ada desa/kelurahan yang hanya memiliki hutan/tanah terbuka/perairan darat saja. Kemudian angka tersebut diolah menggunakan *reclassify tools* di *software* ArcGIS 10.1 dengan metode *Equal Interval*, sehingga didapatkan klasifikasi skor akhir variabel penggunaan lahan sebagai berikut.

Skor 1 : 1 – 4

(kerentanan rendah)

Skor 2 : 5 – 8

(kerentanan sedang)

Skor 3 : 9 – 12

(kerentanan tinggi)

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

Tabel 4.14. Skoring Variabel Jenis Penggunaan Lahan Eksisting di Wilayah Studi

No.	Kecamatan	Kelurahan	Skoring Per Landuse							Skoring Total	Skoring Landuse
			Hutan	Kebun	Perairan Darat	Permukiman	Persawahan	Pertanian Tanah Kering Semusim	Tanah Terbuka		
1.	Candi	Kali Pecabean	-	2	-	3	2	-	-	7	2
		Sumorame	-	-	-	3	2	-	-	5	2
2.	Jabon	Kedungpandan	1	2	1	3	2	2	1	12	3
		Kedungrejo	-	-	1	3	2	-	-	6	2
		Kupang	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Semambung	-	-	-	3	2	2	-	7	2
		Tambakkalisogo	1	-	1	3	2	2	1	10	3
3.	Porong	Candipari	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Kedungboto	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Kedungsolo	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Kesambi	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Pamotan	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Pesawahan	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Porong	-	-	1	3	2	-	-	6	2
		Wunut	-	-	-	3	2	-	-	5	2
4.	Tanggulangin	Banjarpanji	-	2	1	3	2	-	1	9	3
		Boro	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Ganggang Panjang	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Gempolsari	-	-	1	3	2	-	-	6	2
		Kalisampurno	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Kalitengah	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Kedensari	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Ketapang	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Ketegan	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Kludan	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Ngaban	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Randegan	-	-	-	3	2	-	-	5	2
		Sentul	-	-	1	3	2	-	-	6	2
5.	Tulangan	Grogol	-	-	-	3	2	-	-	5	2

Sumber: Hasil Analisis, 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

4.3.1.2. Analisis Skoring Kerentanan Fisik

A. Fasilitas Pendidikan

Nilai skoring didapatkan dari hubungan keterkaitan antara peran dan fungsi fasilitas pendidikan yang lurus dengan kerentanan banjir, yang berarti bahwa semakin tinggi peran dan fungsi fasilitas pendidikan pada suatu area, maka semakin tinggi pula tingkat kerentanannya, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

Skor 1 : sampai dengan SD (kerentanan rendah)

Skor 2 : sampai dengan SMP (kerentanan sedang)

Skor 3 : sampai dengan SMA (kerentanan tinggi)

Tabel 4.15. Skoring Variabel Fasilitas Pendidikan di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Desa/ Kelurahan	Fasilitas Pendidikan (dalam bangunan)				Skoring
			TK	SD/ MI	SMP	SMA	
1	Porong	Candipari	1	2	0	0	1
		Kedungboto	1	2	0	0	1
		Kedungsolo	1	2	0	0	1
		Kesambi	2	2	0	0	1
		Pamotan	1	3	0	0	1
		Pesawahan	1	2	0	0	1
		Porong	2	2	0	0	1
		Wunut	1	2	0	0	1
2	Tanggulangin	Banjarpanji	1	2	0	0	1
		Boro	3	2	0	0	1
		Ganggang Panjang	1	2	0	0	1
		Gempolsari	1	2	0	0	1
		Kalisampurno	6	3	1	0	2
		Kalitengah	4	3	2	2	3
		Kedensari	2	4	0	0	1
		Ketapang	0	2	0	0	1
		Ketegan	2	2	0	0	1
		Kludan	1	2	1	0	2
		Ngaban	3	3	1	1	3

No	Kecamatan	Desa/ Kelurahan	Fasilitas Pendidikan (dalam bangunan)				Skor- ing
			TK	SD/ MI	SMP	SMA	
3	Jabon	Randegan	3	2	0	0	1
		Sentul	1	2	0	0	1
		Kedungpandan	2	3	1	0	2
		Kedungrejo	2	3	3	2	3
		Kupang	3	3	0	0	1
		Semambung	2	2	0	0	1
		Tambak Kalisogo	2	2	1	0	2
4	Tulangan	Grogol	2	1	0	0	1
5	Candi	Kalipecabean	6	1	0	0	1
		Sumorame	5	1	0	0	1

Sumber: Hasil Analisis, 2018

B. Fasilitas Peribadatan

Nilai skoring didapatkan dari Perka BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

Skor 1 : < 15 bangunan (kerentanan rendah)

Skor 2 : 15 – 30 bangunan (kerentanan sedang)

Skor 3 : > 30 bangunan (kerentanan tinggi)

Tabel 4.16. Skoring Variabel Fasilitas Peribadatan di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Fasilitas Peribadatan (dalam bangunan)	Skoring
1	Porong	Candipari	14	1
		Kedungboto	10	1
		Kedungsolo	12	1
		Kesambi	15	2
		Pamotan	11	1
		Pesawahan	12	1
		Porong	21	2
		Wunut	18	2

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Fasilitas Peribadatan (dalam bangunan)	Skoring
2	Tanggulagin	Banjarpanji	8	1
		Boro	19	2
		Ganggang Panjang	22	2
		Gempolsari	18	2
		Kalisampurno	16	2
		Kalitengah	33	3
		Kedensari	24	2
		Ketapang	13	1
		Ketegan	21	2
		Kludan	16	2
		Ngaban	18	2
		Randegan	22	2
		Sentul	15	2
3	Jabon	Kedungpandan	12	1
		Kedungrejo	21	2
		Kupang	18	2
		Semambung	10	1
		Tambak Kalisogo	14	1
4	Tulangan	Grogol	0	1
5	Candi	Kalipecabean	19	2
		Sumorame	22	2

Sumber: Hasil Analisis, 2018

4.3.1.3. Analisis Skoring Kerentanan Sosial

A. Kepadatan Penduduk

Nilai skoring didapatkan dari Perka BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

- Skor 1 : < 500 jiwa/km² (kerentanan rendah)
 Skor 2 : $500 - 1.000$ jiwa/km² (kerentanan sedang)
 Skor 3 : > 1.000 jiwa/km² (kerentanan tinggi)

**Tabel 4.17. Skoring Variabel Kepadatan Penduduk
di Wilayah Studi**

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km²)	Skoring
1	Porong	Candipari	3384	3
		Kedungboto	2075	3
		Kedungsolo	3615	3
		Kesambi	3686	3
		Pamotan	2888	3
		Pesawahan	1654	3
		Porong	5731	3
		Wunut	2306	3
2	Tanggulangin	Banjarpanji	511	2
		Boro	4621	3
		Ganggang Panjang	2155	3
		Gempolsari	2698	3
		Kalisampurno	7020	3
		Kalitengah	10617	3
		Kedensari	4912	3
		Ketapang	240	1
		Ketegan	2980	3
		Kludan	3807	3
		Ngaban	4974	3
		Randegan	2151	3
		Sentul	1638	3
3	Jabon	Kedungpandan	284	1
		Kedungrejo	1618	3
		Kupang	194	1
		Semambung	1443	3
		Tambak Kalisogo	209	1
4	Tulangan	Grogol	2759	3
5	Candi	Kalipecabean	4299	3
		Sumorame	6509	3

Sumber: Hasil Analisis, 2018

B. Laju Pertumbuhan Penduduk

Nilai skoring didapatkan dari Perka BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, sehingga didapatkan klasifikasi skor sebagai berikut.

- Skor 1 : < 5% (kerentanan rendah)
 Skor 2 : 5 – 10% (kerentanan sedang)
 Skor 3 : > 10% (kerentanan tinggi)

Tabel 4.18. Skoring Variabel Kepadatan Penduduk di Wilayah Studi

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)	Skoring
1	Porong	Candipari	2,4%	1
		Kedungboto	3,4%	1
		Kedungsolo	1,5%	1
		Kesambi	2,6%	1
		Pamotan	-3,1%	1
		Pesawahan	0,6%	1
		Porong	1,8%	1
		Wunut	2,2%	1
2	Tanggulangi	Banjarpanji	6,1%	2
		Boro	-1,1%	1
		Ganggang Panjang	2,3%	1
		Gempolsari	-1,2%	1
		Kalisampurno	9,9%	2
		Kalitengah	6,2%	2
		Kedensari	3,7%	1
		Ketapang	-42,4%	1
		Ketegan	2,2%	1
		Kludan	-3,6%	1
		Ngaban	3,4%	1
		Randegan	1,0%	1
		Sentul	-1,4%	1
3	Jabon	Kedungpandan	1,4%	1
		Kedungrejo	0,2%	1
		Kupang	1,7%	1

No	Kecamatan	Desa/Kelurahan	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)	Skoring
		Semambung	0,1%	1
		Tambak Kalisogo	3,4%	1
4	Tulangan	Grogol	3,1%	1
5	Candi	Kalipecabean	-3,4%	1
		Sumorame	-0,9%	1

Sumber: Hasil Analisis, 2018

4.3.2. Analisis Penentuan Zona Kerentanan (Vulnerability) Bencana Banjir

4.3.2.1. Analisis Zona Kerentanan Lingkungan

Analisis penentuan zona kerentanan lingkungan dilakukan dengan menggunakan alat analisis spasial yaitu weighted overlay antar variabel yang berpengaruh yakni curah hujan, jenis penggunaan lahan, kemiringan lahan, dan ketinggian lahan dengan pembobotan sama rata pada masing-masing variabel, sehingga dihasilkan peta zona ancaman bahaya bencana banjir yang dapat dilihat pada **Peta 4.2.**

4.3.2.2. Analisis Zona Kerentanan Fisik

Analisis penentuan zona kerentanan fisik bencana banjir dilakukan dengan menggunakan alat analisis spasial yaitu weighted overlay antar variabel yang berpengaruh yakni lama genangan, kedalaman genangan, dan luas genangan dengan pembobotan sama rata pada masing-masing variabel, sehingga dihasilkan peta zona ancaman bahaya bencana banjir yang dapat dilihat pada **Peta 4.3.**

4.3.2.3. Analisis Zona Kerentanan Sosial

Analisis penentuan zona kerentanan sosial bencana banjir dilakukan dengan menggunakan alat analisis spasial yaitu weighted overlay antar variabel yang berpengaruh yakni lama genangan, kedalaman genangan, dan luas genangan dengan pembobotan sama rata pada masing-masing variabel, sehingga dihasilkan peta zona ancaman bahaya bencana banjir yang dapat dilihat pada **Peta 4.4.**

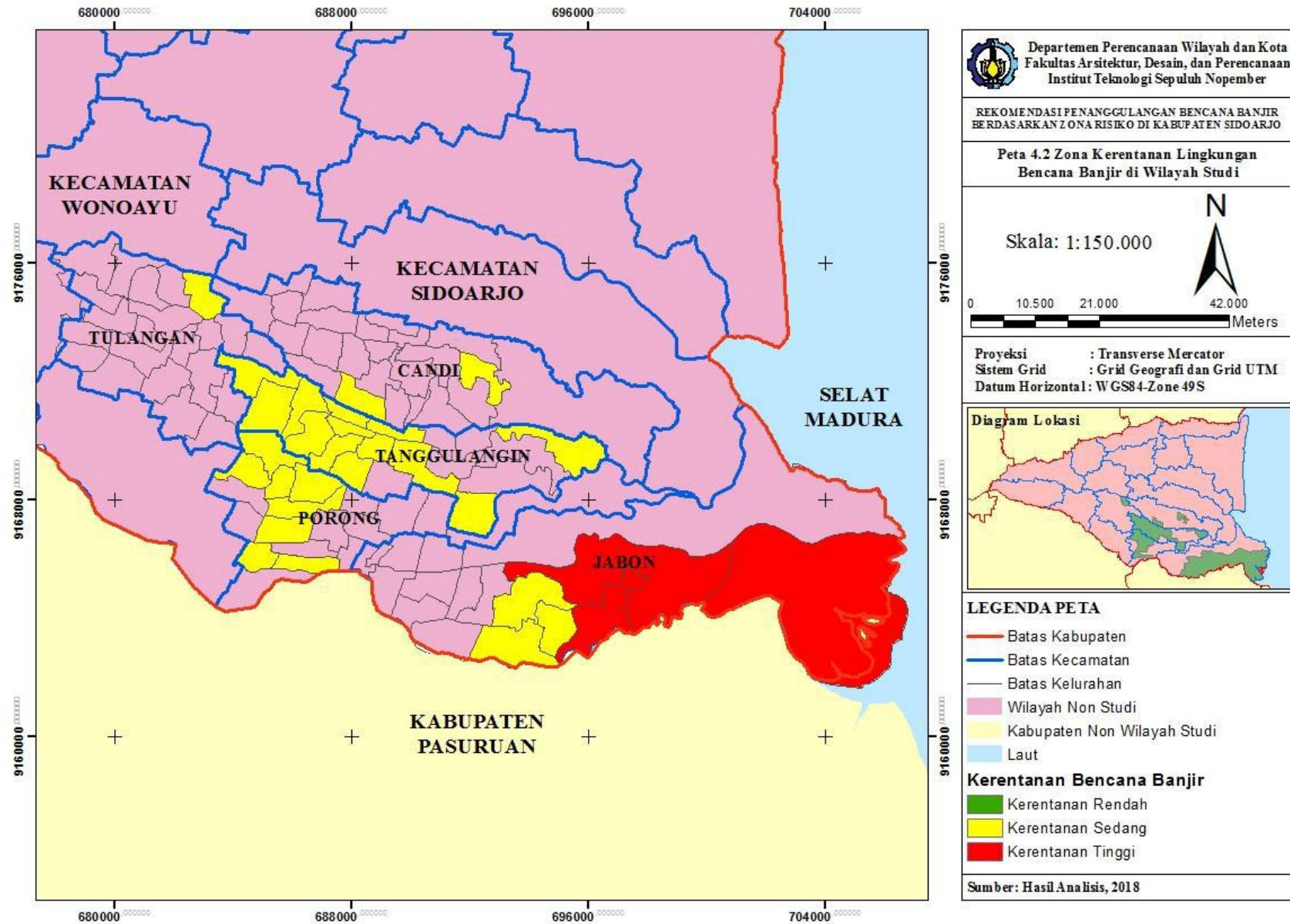
4.3.2.4. Analisis Zona Kerentanan Bencana Banjir

Analisis penentuan zona kerentanan bencana banjir dilakukan dengan menggunakan alat analisis spasial yaitu *weighted overlay* antar variabel yang berpengaruh yakni zona kerentanan lingkungan, zona kerentanan fisik, dan zona kerentanan sosial dengan pembobotan sama rata pada masing-masing variabel, sehingga dihasilkan peta zona ancaman bahaya bencana banjir yang dapat dilihat pada **Peta 4.5**.

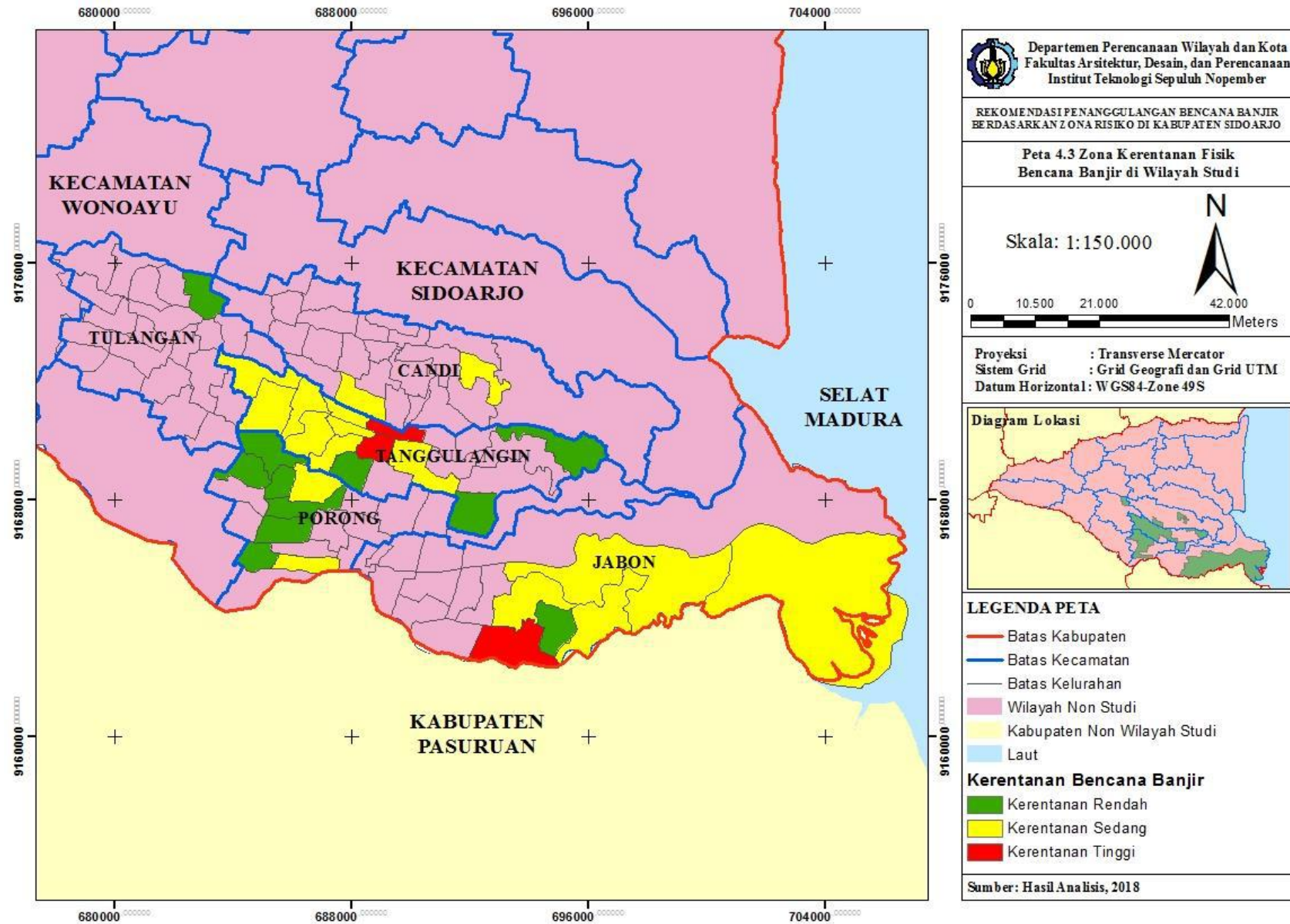
4.4. Analisis Penentuan Zona Risiko (*Risk*) Bencana Banjir

Analisis penentuan zona risiko bencana banjir dilakukan dengan menggunakan alat analisis spasial yaitu *weighted overlay* berdasarkan rumus risiko yakni ancaman bahaya dan kerentanan dengan pembobotan sama rata pada masing-masing variabel, sehingga dihasilkan peta zona risiko bencana banjir yang dapat dilihat pada **Peta 4.6**.

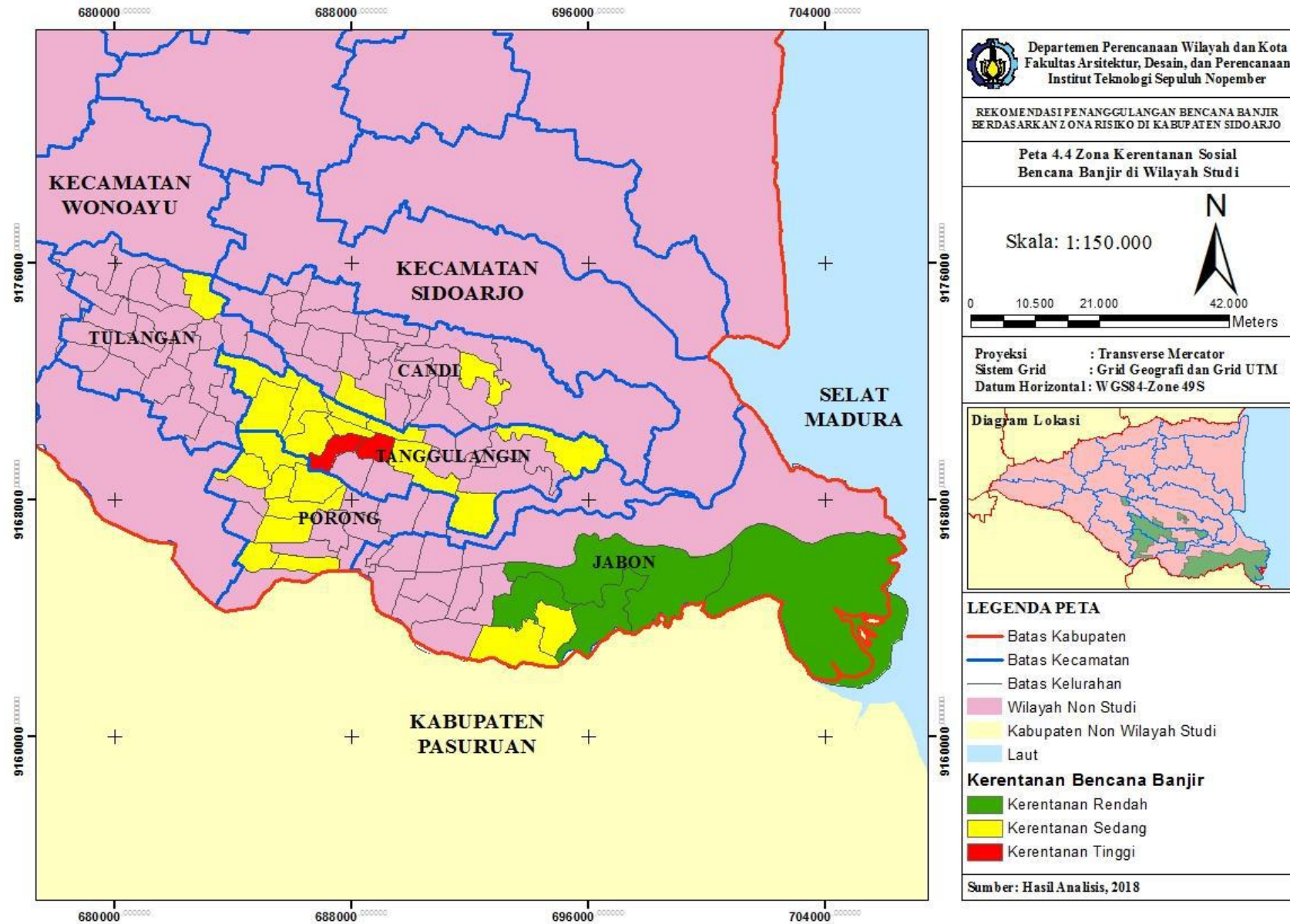
“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



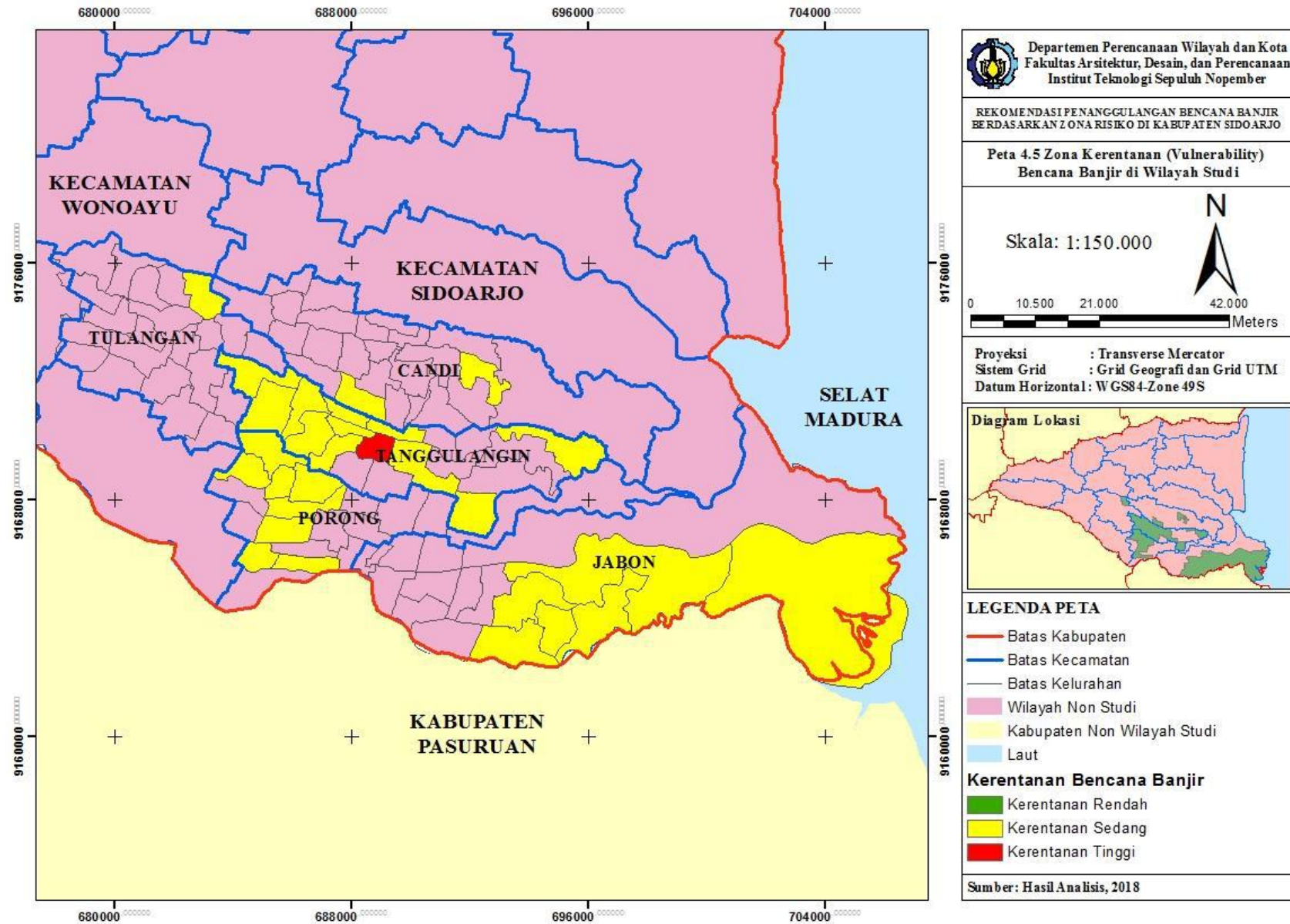
“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



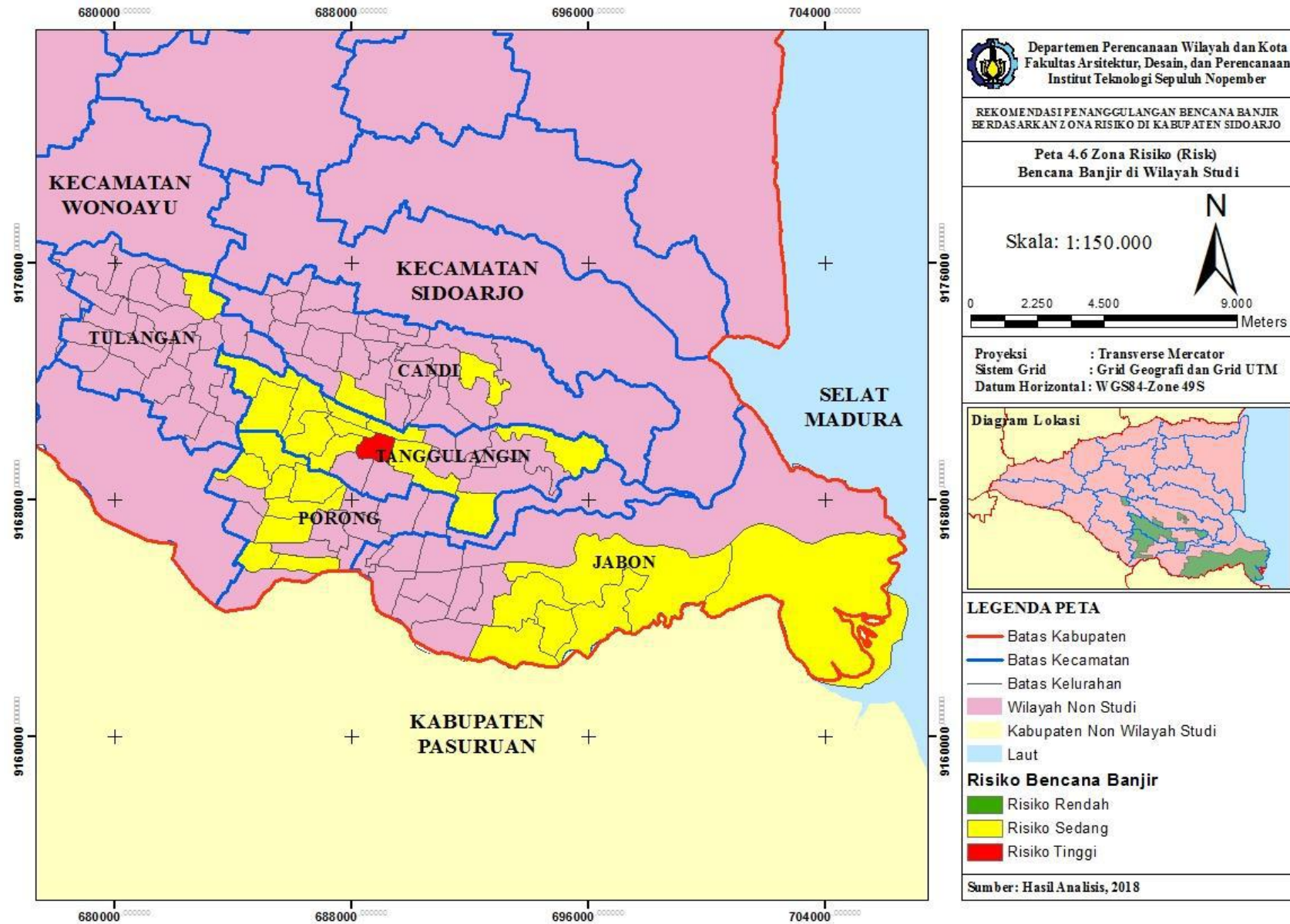
“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



“Halaman ini sengaja dikosongkan.”



“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

4.5. Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan Zonasi Risiko

Dari analisis zona risiko bencana banjir dihasilkan bahwa wilayah studi terdiri dari zona risiko tinggi bencana banjir dan zona risiko sedang bencana banjir. Wilayah yang termasuk dalam zona risiko tinggi adalah Desa/Kelurahan Kalitengah di Kecamatan Tanggulangin. Sedangkan wilayah yang termasuk dalam zona risiko sedang adalah Kecamatan Candi (Desa/Kelurahan Kalipecabean dan Sumorame), Kecamatan Tulangan (Desa/Kelurahan Grogol), Kecamatan Jabon (Desa/Kelurahan Kedungpandan, Kedungrejo, Kupang, Semambung, dan Tambakkalisogo), Kecamatan Tanggulangin (Desa/Kelurahan Banjarpanji, Boro, Ganggang Panjang, Gempolsari, Kalisampurno, Kedensari, Ketapang, Ketegan, Kludan, Ngaban, Randegan, dan Sentul), serta Kecamatan Porong (Desa/Kelurahan Candipari, Kedungboto, Kedungsolo, Kesambi, Pamotan, Pesawahan, Porong, dan Wunut).

Wilayah yang termasuk dalam Zona Risiko Tinggi adalah Desa/Kelurahan Kalitengah di Kecamatan Tanggulangin, memiliki ancaman bahaya yang rendah namun kerentanan tinggi, maka dari itu rekomendasi pengendalian yang tepat bagi Desa/Kelurahan Kalitengah adalah metode non-struktur, karena metode struktur lebih kepada pengurangan tinggi elevasi dan debit banjir, sedangkan Desa/Kelurahan Kalitengah memiliki kedalaman genangan yang rendah, lama genangan yang sebentar, serta curah hujan yang rendah, jadi pengendalian banjir dengan metode struktur kurang efisien dalam mengurangi risiko banjir.

Metode non-struktur yang tepat bagi Desa/Kelurahan Kalitengah adalah pengaturan tata guna lahan, pengembangan daerah banjir, membangun bangunan tahan banjir, serta peramalan dan peringatan bahaya banjir. Metode non-struktur pengaturan tata guna lahan dikarenakan landuse di Desa/Kelurahan Kalitengah terdiri dari permukiman dan persawahan. Metode pengembangan daerah banjir adalah untuk mengurangi potensi kerusakan akibat banjir mengingat Desa/Kelurahan Kalitengah memiliki fasilitas penting terlengkap dan

terbanyak (terdapat sarana pendidikan berupa TK, SD, SMP, dan SMA serta jumlah sarana peribadatan terbanyak di wilayah studi sejumlah 33 bangunan) serta jenis landuse yang terdiri dari permukiman sehingga harus ada ketegasan larangan adanya pemanfaatan di daerah bantaran banjir, seperti pendirian gedung, rumah ataupun perusahaan tanaman. Metode membangun bangunan tahan banjir adalah untuk perencanaan bangunan baru yang harus tahan banjir serta perbaikan bangunan yang sudah ada di daerah tepian banjir yang juga harus tahan terhadap banjir. Bangunan yang dimaksudkan tersebut adalah bangunan-bangunan hunian, bangunan perdagangan dan jasa, maupun bangunan untuk kepentingan sosial masyarakat, dan lain-lain. Metode peramalan dan peringatan bahaya banjir adalah untuk mengantisipasi datangnya banjir serta mengurangi jumlah penduduk yang tergenang banjir mengingat Desa/Kelurahan Kalitengah merupakan wilayah yang padat penduduk serta laju pertumbuhan penduduk yang cukup pesat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Variabel yang berpengaruh dalam menentukan risiko (risk) bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo antara lain: lama genangan, kedalaman genangan, luas genangan, curah hujan, jenis penggunaan lahan, fasilitas penting (fasilitas pendidikan dan peribadatan), kepadatan penduduk, serta laju pertumbuhan penduduk.

Dari analisis zona risiko bencana banjir dihasilkan bahwa wilayah studi terdiri dari zona risiko tinggi bencana banjir dan zona risiko sedang bencana banjir. Wilayah yang termasuk dalam zona risiko tinggi adalah Desa/Kelurahan Kalitengah di Kecamatan Tanggulangin. Sedangkan wilayah yang termasuk dalam zona risiko sedang adalah Kecamatan Candi (Desa/Kelurahan Kalipecabean dan Sumorame), Kecamatan Tulangan (Desa/Kelurahan Grogol), Kecamatan Jabon (Desa/Kelurahan Kedungpandan, Kedungrejo, Kupang, Semambung, dan Tambakkalisogo), Kecamatan Tanggulangin (Desa/Kelurahan Banjarpanji, Boro, Ganggang Panjang, Gempolsari, Kalisampurno, Kedensari, Ketapang, Ketegan, Kludan, Ngaban, Randegan, dan Sentul), serta Kecamatan Porong (Desa/Kelurahan Candipari, Kedungboto, Kedungsolo, Kesambi, Pamotan, Pesawahan, Porong, dan Wunut).

Rekomendasi pengendalian bencana banjir dapat dilakukan melalui metode non-struktur. Metode struktur terdiri dari pengaturan tata guna lahan, pengembangan daerah banjir, membangun bangunan tahan banjir, serta peramalan dan peringatan bahaya banjir.

5.2. Kelemahan Studi

Data yang tersedia kurang lengkap, sehingga banyak variabel yang tidak bisa berpengaruh dalam menentukan zona risiko bencana banjir di wilayah studi. Selain itu, dikarenakan tidak tersedianya data luas wilayah yang tergenang banjir, maka diasumsikan luas wilayah administrasi tiap desa/kelurahan sebagai luas wilayah yang tergenang, sehingga menyebabkan hasil analisis

menjadi kurang valid karena belum tentu sebuah desa/kelurahan dengan luas wilayah administrasi yang luas juga memiliki wilayah tergenang banjir yang luas juga, bisa jadi sebuah desa/kelurahan dengan luas wilayah administrasi yang kecil memiliki total luas wilayah tergenang banjir yang lebih luas dibanding wilayah dengan luas administrasi yang luas.

5.3. Saran

- a. Prioritas lokasi upaya mitigasi bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo selayaknya mempertimbangkan klasifikasi zona risiko bencana banjir pada wilayah studi yang dihasilkan dalam penelitian ini.
- b. Perlu adanya penelitian lanjutan yang lebih mendalam dengan mempertimbangkan unsur *capacity*, serta penambahan variabel yang relevan.
- c. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu dilakukan survei variabel secara primer yang lebih detil untuk menghasilkan zona risiko yang lebih akurat.
- d. Penentuan klasifikasi skoring untuk tiap komponen penelitian seharusnya didukung oleh hasil penelitian ilmiah terkait yang relevan dengan kondisi di wilayah studi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakornas-PB. (2007). *Pedoman Penanggulangan Bencana Banjir*. Jakarta.
- Bakornas-PB. (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya Di Indonesia - Edisi II*. Dipetik April 11, 2018, dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana: <https://www.bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/470.pdf>
- Binas, & Rusty. (2018). *Hazard Assessment*. IIRR.
- BNPB. (2010). *Rencana Nasional Penganggulangan Bencana 2010-2014*.
- BNPB. (2014, Februari). Indeks Risiko Bencana Indonesia 2013. Jakarta, Indonesia: Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Dipetik Juli 17, 2018, dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana: https://bnpb.go.id/uploads/publication/612/IRBI%202013_Resize.pdf
- BPS. (2017). *Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka 2017*. Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo.
- Coburn-et-al. (1994). *Disaster Mitigation*. Cambridge Architectural Research Limited. UNDP.
- El Fahmi, M. Y. (2010). *Prioritas Lokasi Mitigasi Bencana Banjir di Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan Berdasarkan Zonasi Risiko*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota - Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Surabaya.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2006). *Pengelolaan Bencana Terpadu - Banjir, Longsor, Kekeringan, dan Tsunami*.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata Ruang Air*. Andi, Yogyakarta.
- Kodoatie, R. J., & Sugiyanto. (2002). *Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. (S. Y. Utami, Penyunt.) Yogyakarta, D. I. Yogyakarta, Indonesia: Pustaka Pelajar.

- Malik, I. Y., & Murtianto, H. (2010). (Jurusan Pendidikan Geografi - Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial (FPIPS) - Universitas Pendidikan Indonesia (UPI)) Dipetik April 21, 2018, dari Pusat Pendidikan Mitigasi Bencana (P2MB): <http://p2mb.geografi.upi.edu>
- Nishat, A. (2014). *A Review of Flood Management in Bangladesh: A Case study of 2004 Flood*. Dipetik Desember 5, 2014, dari World Bank: http://siteresources.worldbank.org/EXTWAT/Resources/4602122-1213366294492/5106220-1213804320899/21.0Flood_Mitigation_Bangladesh.pdf
- Nugroho, S. P. (2017, Desember 29). 2.341 Kejadian Bencana, 377 Tewas dan 3,5 Juta Jiwa Mengungsi dan Menderita Akibat Bencana Tahun 2017. Pusdalop BNPB. Dipetik April 8, 2018, dari <https://bnpb.go.id/2341-kejadian-bencana-377-tewas-dan-35-juta-jiwa-mengungsi-dan-menderita-akibat-bencana-tahun-2017>
- PNPM-MP. (2018). *Modul Khusus Fasilitator: Pengelolaan Penanganan Bencana*. Indonesia.
- Prayudhatama, A. (2017). *Kajian Bahaya dan Kerentanan Banjir di Yogyakarta (Studi Kasus: DAS Code)*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Fakultas Teknik. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil.
- Prof. Ir. Sukandarrumidi, M. P. (2010). *Bencana Alam dan Bencana Anthropogenie*. Kanisius, Yogyakarta.
- Risnita. (2012). Pengembangan Skala Model Likert. *EDU-BIO*, 3.
- RTRW Kabupaten Sidoarjo 2009-2029*. (t.thn.). Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia: Pemerintah Kabupaten Sidoarjo.
- Subastian, G. A. (2014, Juni 20). Penyebab Banjir di Sidoarjo (Selatan Surabaya). Dipetik April 8, 2018, dari <http://www.infosby.asia/2014/06/penyebab-banjir-di-sidoarjo-surabaya.html>
- Sugiarto, A. (2009). *Prinsip-prinsip Zoning Regulation kegiatan Permukiman di Catchment Area Sistem Drainase Gunungsari Kota Surabaya*. Tugas Akhir, Institut Teknologi

- Sepuluh Nopember, Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota - Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Surabaya.
- Suprpto. (2011). Statistik Pemodelan Bencana Banjir Indonesia (Kejadian 2002-2010). *Jurnal Penanggulangan Bencana Volume 2 Nomor 2, Tahun 2011*, 34-47.
- Tanah, P. (2004). *Klasifikasi Intensitas Curah Hujan*. Bogor: Puslit Tanah.
- Warfield, C. (2018). *The Disaster Management Cycle*. Dipetik April 22, 2018, dari The Global Development Research Center: https://www.gdrc.org/uem/disasters/1-dm_cycle.html
- Yulaelawati, E., & Syihab, U. (2008). *Yulaelawati, Ella dan Syihab, Usman*. Jakarta: PT Grasindo (Anggota IKAPI).

“Halaman ini sengaja dikosongkan.”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Madiun, 11 November 1993, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Roudlotul Banat Sepanjang – Sidoarjo (1997-1999), SD Maarif YPM Wonocolo Sepanjang – Sidoarjo (1999-2003), MI Ar Rahman Bangah – Sidoarjo (2003-2005), SMPN 1 Taman – Sidoarjo (2005-2008), dan SMAN 1 Taman – Sidoarjo (2008-2011). Penulis mengikuti SNMPTN jalur tes tulis dan diterima di Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut


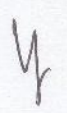



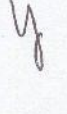
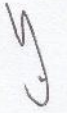
Teknologi Sepuluh Nopember – Surabaya pada tahun 2011 dan terdaftar dengan NRP 3611100025.

Selama sebagai mahasiswa, penulis aktif di kegiatan organisasi kemahasiswaan di Paduan Suara Mahasiswa ITS sebagai penyanyi, panitia pengadaan lomba atau konser yang diadakan oleh PSMITS, staf Departemen Rumah Tangga tahun 2012-2013, serta Sekretaris-1 pada tahun kepengurusan 2013-2014. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan yang diadakan oleh organisasi lain seperti Kegiatan Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa pra Tingkat Dasar (LKMM pra-TD) yang diadakan oleh FTSP-ITS.

Penulis dapat dikontak melalui email: nurma.phie2phie@gmail.com atau nurul.maghfiroh11@mhs.urplan.its.ac.id.

FORM TANGGAPAN ATAS SARAN PERBAIKAN
SIDANG UJIAN AKHIR

- ☐ Nama Mahasiswa : Nurul Maghfiroh
☐ NRP : 08211140000025
☐ Judul Tugas Akhir : Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan Zona Risiko Di Kabupaten Sidoarjo

NO	SARAN PERBAIKAN	TANGGAPAN ATAS SARAN PERBAIKAN	PARAF PEMBIMBING
1.	Abstrak diperbaiki, terdiri dari 3 paragraf dan maksimal 3 kata kunci	Abstrak sudah dirubah menjadi 3 paragraf dengan maksimal 3 kata kunci	
2.	Lingkup pembahasan dibatasi pada kerentanan dan bahaya, tidak melingkupi kapasitas	Sudah ditambahkan penjelasan mengenai batasan ruang lingkup pembahasan hanya melingkupi kerentanan dan bahaya tanpa kapasitas	
3.	Perlu ada penjelasan lebih mengenai kerentanan, terutama variabel curah hujan	Sudah ditambahkan penjelasan mengenai variabel curah hujan yang termasuk dalam kerentanan, bukan ancaman bahaya	
4.	Perlu dituliskan semua satuan variabel	Semua satuan dari tiap variabel sudah tercantum	
5.	Selain tabel, tiap variabel perlu dibuat grafik/diagramnya	Sudah ditambahkan gambar grafik/diagram dari tiap variabel	
6.	Rekomendasi struktur dan non-struktur perlu diberikan contohnya	Rekomendasi secara struktur/non-struktur sudah diberikan contohnya	
7.	Kelemahan studi bisa ditambahkan terkait data luas genangan	Kelemahan studi sudah ditambahkan penjelasan mengenai variabel luas genangan	

Form STA-10

**FORM TANGGAPAN ATAS SARAN PERBAIKAN
REVISI BUKU TUGAS AKHIR**


- ☐ Nama Mahasiswa : Nurul Maghfiroh
☐ NRP : 08211140000025
☐ Judul Tugas Akhir : Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan
Zona Risiko Di Kabupaten Sidoarjo

Perbaikan buku Tugas Akhir **sudah / belum*** mengakomodasi tanggapan dan saran perbaikan Sidang Ujian. Selanjutnya **dapat diperbanyak / diperbanyak dengan catatan*** untuk syarat kelulusan.

NO	CATATAN (jika perlu)

NB : *) Coret yang tidak perlu

Surabaya, Juli 2018
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197801082003121002

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

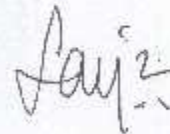
- ☐ Nama Mahasiswa : Nurul Maghfiroh
☐ NRP : 08211140000025
☐ Judul Tugas Akhir : Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan Zona Risiko di Kabupaten Sidoarjo
☐ Dosen Pembimbing : Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.

NO	REVISI
1.	Abstrak sudah dirubah menjadi 3 paragraf dengan maksimal 3 kata kunci
2.	Bab 1 : Pendahuluan <ul style="list-style-type: none">• Sudah ditambahkan penjelasan mengenai batasan ruang lingkup pembahasan haya melingkupi kerentanan dan bahaya tanpa kapasitas
3.	Bab 2 : Tinjauan Pustaka <ul style="list-style-type: none">• Sudah ditambahkan penjelasan mengenai variabel curah hujan yang termasuk dalam kerentanan, bukan ancaman bahaya
4.	Bab 4: Hasil dan Pembahasan <ul style="list-style-type: none">• Semua satuan dari tiap variabel sudah tercantum• Sudah ditambahkan gambar grafik/diagram dari tiap variabel
5.	Bab 5 : Kesimpulan dan Rekomendasi <ul style="list-style-type: none">• Rekomendasi secara struktur/non-struktur sudah diberikan contohnya• Kelemahan studi sudah ditambahkan penjelasan mengenai variabel luas genangan

Catatan : Dosen Penguji memberikan tanda tangan setelah mahasiswa ybs merevisi buku Tugas Akhir

Surabaya, 31 Juli 2018

Dosen Penguji,



Ketut Dewi Martha Erli Handayani, S.T., M.T.
NIP. 198410082009122005

Form STA-11

FORM BUKTI TRANSLASI


- ☐ Nama Mahasiswa : Nurul Maghfiroh
- ☐ NRP : 08211140000025
- ☐ Judul Tugas Akhir : Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan
(Bahasa Indonesia) Zona Risiko Di Kabupaten Sidoarjo
- ☐ Judul Tugas Akhir : Recommendations For Flood Disaster Control Based On
(Bahasa Inggris) Risk Zones In Sidoarjo Regency

Judul diatas dan abstrak **telah memenuhi / belum memenuhi*** kaidah penulisan Bahasa Inggris yang seharusnya

NO	Rekomendasi

NB : *) Coret yang tidak perlu

Surabaya, Juli 2018
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Cahyono Susetyo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197801082003121002

Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir Berdasarkan Zona Risiko di Kabupaten Sidoarjo

Nurul Maghfiroh dan Cahyono Susetyo

Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: cahyono_s@urplan.its.ac.id

Abstrak—Salah satu kawasan yang sering mengalami banjir atau genangan terbanyak di Jawa Timur adalah Kabupaten Sidoarjo. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi pengendalian banjir yang tepat bagi Kabupaten Sidoarjo, dengan melakukan salah satu usaha mitigasi bencana yakni pengkajian bahaya bencana melalui pemintakatan risiko bencana banjir sebagai upaya mitigasi bencana. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan beberapa tahap berikut: menganalisis kriteria penentu bencana banjir, selanjutnya menganalisis klasifikasi skor kriteria penentu bencana banjir menggunakan Skala Likert yang disesuaikan dengan kriteria dari masing-masing variabel sesuai peraturan yang berlaku, lalu merumuskan zona bahaya, kerentanan, dan risiko bencana banjir menggunakan alat analisis spasial dalam perangkat lunak ArcGIS yakni ‘Weighted Overlay’. Tahap akhir dalam penelitian ini adalah memberikan rekomendasi pengendalian bencana banjir bagi Kabupaten Sidoarjo berdasarkan zonasi risiko. Hasil dari analisis zona risiko adalah terbentuknya peta pemintakatan risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo dengan 2 (dua) tingkatan risiko banjir, yakni: ‘risiko sedang’ dan ‘risiko tinggi’. Wilayah di Kabupaten Sidoarjo yang termasuk dalam zona risiko tinggi berada di Desa/Kelurahan Kalitengah–Kecamatan Tanggulangin. Rekomendasi pengendalian yang tepat bagi zona risiko tinggi adalah metode non-struktur, seperti pengaturan tata guna lahan, pengembangan daerah banjir, membangun bangunan tahan banjir, serta peramalan dan peringatan bahaya banjir.

Kata Kunci—Bencana Banjir, Risiko, Non-Struktur

I. PENDAHULUAN

BENCANA adalah peristiwa/rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia, sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis dan di luar kemampuan masyarakat dengan segala sumber dayanya. Berbagai kerusakan dan kehilangan tersebut akan menyebabkan angka kemiskinan di suatu wilayah yang terkena bencana akan meningkat. Oleh karena itu, penanggulangan bencana tidak hanya bersifat reaktif atau melakukan penanggulangan setelah terjadi bencana. Tetapi penanggulangan bencana juga bisa bersifat antisipatif, yakni melakukan pengkajian dan tindakan pencegahan untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya bencana [1]. Karena bencana merupakan sesuatu yang bisa diprediksi waktu tepat kejadiannya. Hal tersebut didukung

dengan adanya kemajuan teknologi saat ini yang telah mengarah pada upaya-upaya penanganan pra-bencana dengan melihat data-data kejadian sebelumnya. Selain itu, upaya peringatan dini menjadi hal yang sangat vital untuk mengurangi dampak risiko akibat bencana yang dapat terjadi sewaktu-waktu [2].

Data kejadian bencana di Indonesia yang terjadi sepanjang tahun 2017 tercatat ada 2.341 kejadian bencana. Sekitar 99 persen kejadian disebabkan oleh bencana hidrometeorologi yaitu bencana yang dipengaruhi cuaca dan aliran permukaan, dan yang terbanyak adalah bencana banjir dengan 787 kejadian bencana [3]. Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal, sehingga sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Kemampuan/daya tampung sistem pengaliran air tidak selamanya sama, tetapi dapat berubah akibat adanya sedimentasi, penyempitan sungai akibat fenomena alam dan ulah manusia, tersumbat sampah serta hambatan lainnya. Disamping itu berkurangnya daerah resapan air juga berkontribusi atas meningkatnya debit banjir. Pada daerah permukiman dimana telah padat dengan bangunan sehingga tingkat resapan air kedalam tanah berkurang, jika terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi sebagian besar air akan menjadi aliran air permukaan yang langsung masuk ke dalam sistem pengaliran air sehingga kapasitasnya terlampaui dan mengakibatkan banjir [4]. Dampak banjir menyebabkan 135 orang tewas, 91 jiwa luka-luka, lebih dari 2,3 juta jiwa menderita dan mengungsi, dan ribuan rumah rusak. Selain itu, bencana banjir juga berpengaruh pada ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Seperti lahan pertanian yang terendam banjir menyebabkan gagal panen, sedangkan petani menanam padi dengan modal hutang, yang akhirnya tidak mampu membayar hutang, sehingga petani terpaksa hutang lagi untuk modal menanam padi berikutnya. Banjir juga dapat menyebabkan harta milik masyarakat hilang atau hancur karena hanyut akibat aliran banjir yang deras sehingga jatuh miskin dan memerlukan bantuan [3].

Salah satu wilayah di Indonesia yang rentan bencana banjir, terletak di Provinsi Jawa Timur yang secara umum dapat dikategorikan sebagai dataran rendah dan merupakan wilayah sungai, adalah Kabupaten Sidoarjo. Hal ini disebabkan karena

sebagian besar fungsi sungai di Kabupaten Sidoarjo sebagai saluran irigasi sekaligus saluran pematuan. Kawasan yang sering mengalami banjir atau genangan biasanya terjadi di daerah pemukiman baru yang memang sarana drainasenya belum memadai, khususnya di kawasan kanan-kiri sungai [5].

Selain itu, penyebab banjir di Sidoarjo disebabkan oleh dataran yang rendah, yakni berkisar antara 0-25 mdpl, kondisi sistem drainase yang tidak mampu menampung luapan air selama hujan, kualitas pintu air dan saluran drainase yang menurun akibat pendangkalan karena tumpukan sampah, area resapan yang semakin hilang akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan permukiman dan industri, serta fluktuasi ketinggian air laut yang membuat aliran air dari daratan tertahan sehingga semakin memperparah bencana banjir [6]. Berdasarkan Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka, banyaknya curah hujan dan hari hujan di Kabupaten Sidoarjo meningkat dari tahun 2015 ke tahun 2016. Rata-rata jumlah curah hujan di Kabupaten Sidoarjo sepanjang tahun 2015 sebanyak 1.637 mm dengan 87 hari hujan. Sedangkan pada tahun 2016, Kabupaten Sidoarjo memiliki rata-rata jumlah curah hujan sebanyak 2.639 mm dengan 155 hari hujan [7].

Dengan anggapan bahwa permasalahan banjir merupakan masalah umum, sudah semestinya dari berbagai pihak perlu memperhatikan hal-hal yang dapat mengakibatkan banjir dan sedini mungkin diantisipasi untuk memperkecil kerugian yang ditimbulkan. Program pengendalian banjir membutuhkan dana besar yang diperlukan untuk pembiayaan pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan pengamanan maupun pengendalian banjir. Di samping itu, masyarakat yang berada pada daerah rawan banjir setiap saat memerlukan rasa aman dari pengaruh akibat banjir. Dengan dana yang terbatas pengendalian banjir harus dilakukan seoptimal mungkin dan dilaksanakan menurut rencana dan prioritas yang baik. Akibat peningkatan penduduk, lahan yang dibutuhkan akan makin besar sehingga juga meningkatkan nilai ekonomis penggunaan lahan. Oleh karena itu di daerah yang padat penduduknya, pekerjaan pengendalian banjir perlu ditingkatkan untuk memperkecil tingkat risiko bahaya/kerugian akibat banjir yang akan timbul [8]. Meskipun upaya penanggulangan bencana telah dilakukan, baik oleh Pemerintah melalui departemen/lembaga/instansi terkait serta lembaga/organisasi non pemerintah serta masyarakat, namun kejadian bencana tetap menunjukkan peningkatan baik intensitasnya maupun dampak kerugiannya. Untuk itu upaya-upaya pengurangan bencana harus tetap dilakukan dan selalu ditingkatkan [9].

Oleh karena itu, penelitian ini merupakan salah satu upaya pengkajian bencana banjir dengan melakukan pemetaan risiko bencana banjir agar dapat mengetahui letak lokasi yang membutuhkan prioritas upaya mitigasi serta memberikan rekomendasi yang dibutuhkan tiap lokasi prioritas berdasarkan risikonya. Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukan identifikasi serta analisis terhadap karakteristik ancaman bahaya (*hazard*) bencana banjir, identifikasi serta analisis terhadap karakteristik kerentanan (*vulnerability*) Kabupaten Sidoarjo terhadap bencana banjir, lalu merumuskan zonasi

risiko (*risk*) bencana banjir, kemudian menentukan rekomendasi pengendalian bencana banjir yang tepat bagi Kabupaten Sidoarjo berdasarkan zona risiko.

II. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan positivisme. Jenis penelitian dalam penelitian ini adalah deskripti kuantitatif.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan untuk menentukan zona risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo adalah ancaman bahaya dan kerentanan.

Variabel penelitian yang digunakan untuk menentukan zona ancaman bahaya banjir di Kabupaten Sidoarjo antara lain luas genangan, kedalaman genangan, serta lama genangan banjir.

Variabel penelitian yang digunakan untuk menentukan zona kerentanan banjir di Kabupaten Sidoarjo antara lain curah hujan, jenis penggunaan lahan, fasilitas penting (meliputi fasilitas pendidikan dan peribadatan), kepadatan penduduk, serta laju pertumbuhan penduduk.

C. Menganalisis Variabel Ancaman Bahaya dan Kerentanan Banjir di Kabupaten Sidoarjo menggunakan Analisis Skoring

Analisis skoring yang akan digunakan untuk menganalisis variabel yang mempengaruhi bahaya dan kerentanan di wilayah studi adalah metode Skala Likert, adalah sebuah tipe skala psikometri yang menggunakan angket dan menggunakan skala yang lebih luas dalam penelitian survei. Metode Likert merupakan metode penskalaan pernyataan sikap yang menggunakan distribusi respons sebagai dasar penentuan nilai skalanya [10]. Dalam penelitian ini, pengaplikasian Skala Likert berupa skoring yang diklasifikasikan ke dalam 3 (tiga) kelas, yaitu klasifikasi rendah (skor 1), klasifikasi sedang (skor 2), serta klasifikasi tinggi (skor 3).

D. Menentukan Zona Ancaman Bahaya, Kerentanan, dan Risiko Bencana Banjir menggunakan Analisis Weighted Overlay

Alat analisis ini merupakan salah satu *Spatial Analysis Tools* di perangkat lunak ArcGIS (*Geographic Information System*) berupa aplikasi ArcMap 10.1. *Overlay* adalah teknik analisis spasial dengan melakukan tumpang tindih dengan fungsi matematis tertentu pada beberapa peta/variabel tertentu untuk menghasilkan tujuan atau peta yang diharapkan. *Weighted overlay* menerapkan sebuah skala penilaian untuk membedakan dan menidaksamakan *input* menjadi sebuah analisis yang terintegrasi. *Weighted overlay* memberikan pertimbangan terhadap faktor atau kriteria yang ditentukan dalam sebuah proses pemilihan kesesuaian. Hasil *output* peta menunjukkan pengaruh tiap input tersebut pada suatu geografis wilayah.

E. Perumusan Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo Berdasarkan Zona Risiko menggunakan Analisis Deskriptif Narasi

Dalam penentuan Rekomendasi pengendalian bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo berdasarkan zona risiko menggunakan analisis deskriptif berbentuk narasi. Dalam melakukan metode analisis ini dilakukan dengan cara melihat hasil analisis yang menghasilkan zona risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo.

III. HASIL DAN DISKUSI

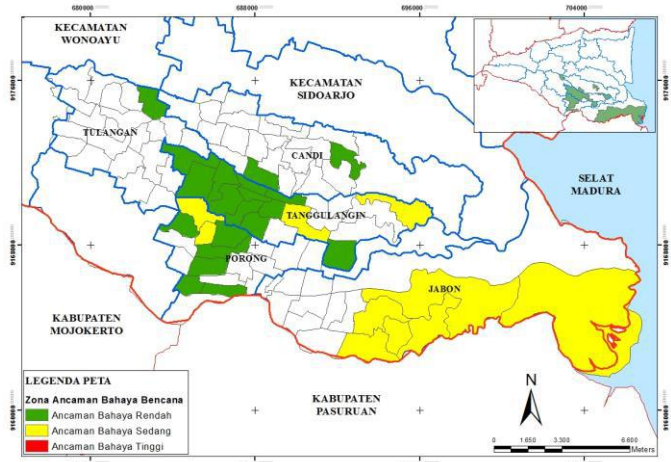
A. Identifikasi Faktor yang Berpengaruh Terhadap Ancaman Bahaya (Hazard) Banjir di Kabupaten Sidoarjo

Berdasarkan hasil tinjauan pustaka didapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ketertinggalan adalah luas genangan, tinggi/kedalaman genangan, serta lama genangan. Berikut ini merupakan hasil analisis *Skoring* untuk menentukan zona ancaman bahaya bencana banjir.

Tabel 1 Skoring Indikator Ancaman Bahaya Bencana Banjir

Kecamatan	Desa/ Kelurahan	Luas Genangan	Tinggi Genangan	Lama Genangan
Porong	Candipari	2	1	2
	Kedungboto	2	1	1
	Kedungsolo	2	1	1
	Kesambi	2	1	1
	Pamotan	2	1	1
	Pesawahan	2	1	2
	Porong	1	1	2
Tanggulangun	Wunut	2	1	1
	Banjarpanji	3	1	1
	Boro	1	1	1
	Ganggang Panjang	2	1	1
	Gempolsari	2	1	2
	Kalisampurno	2	1	1
	Kalitengah	2	1	1
	Kedensari	2	1	1
	Ketapang	2	1	1
	Ketegan	2	1	1
	Kludan	1	1	1
	Ngaban	1	1	1
Jabon	Randegan	2	1	1
	Sentul	2	1	1
	Kedung-pandan	3	1	3
	Kedungrejo	3	1	3
	Kupang	3	1	3
	Semambung	2	1	3
	Tambak Kalisogo	3	1	3
Tulangan	Grogol	2	1	1
Candi	Kalipicabea	2	1	1
	Sumorame	2	1	1
Keterangan: Skor 1 = Ancaman Bahaya Rendah Skor 2 = Ancaman Bahaya Sedang Skor 3 = Ancaman Bahaya Tinggi				

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 1 Zona Ancaman Bahaya (Hazard) Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo

B. Identifikasi Faktor yang Berpengaruh Terhadap Kerentanan (Vulnerability) Banjir di Kabupaten Sidoarjo

Berdasarkan hasil tinjauan pustaka didapatkan faktor-aktor yang berpengaruh terhadap kerentanan adalah :

a. Aspek Lingkungan

Faktor kerentanan lingkungan terdiri dari variabel curah hujan dan jenis penggunaan lahan.

b. Aspek Fisik

Faktor kerentanan fisik terdiri dari variabel Fasilitas penting (meliputi fasilitas pendidikan dan peribadatan).

c. Aspek Sosial

Faktor infrastruktur sosial terdiri dari variabel tingkat kecukupan sarana pendidikan, tingkat kecukupan sarana kesehatan, jumlah tenaga kesehatan, dan kondisi perumahan.

Berikut ini merupakan hasil analisis *Skoring* untuk masing-masing penentuan zona kerentanan bencana banjir.

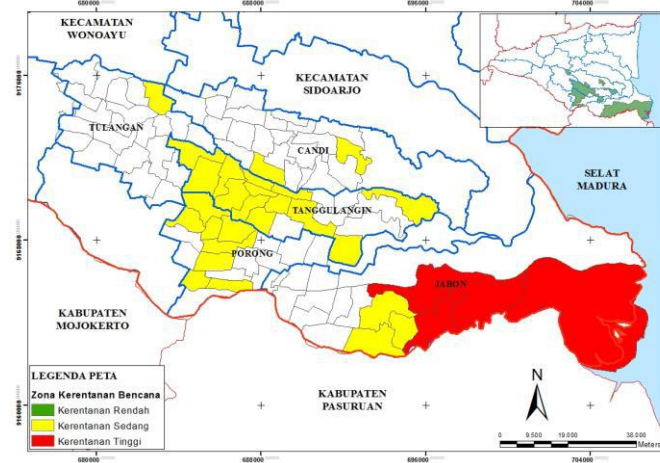
Tabel 2 Skoring Indikator Kerentanan Lingkungan Bencana Banjir

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Curah Hujan	Jenis Penggunaan Lahan
Porong	Candipari	2	2
	Kedungboto	2	2
	Kedungsolo	2	2
	Kesambi	2	2
	Pamotan	2	2
	Pesawahan	2	2
	Porong	2	2
	Wunut	2	2
Tanggulangun	Banjarpanji	1	3
	Boro	1	2
	Ganggang Panjang	1	2
	Gempolsari	1	2
	Kalisampurno	1	2
	Kalitengah	1	2
	Kedensari	1	2
	Ketapang	1	2
	Ketegan	1	2
	Kludan	1	2

Jabon	Ngaban	1	2
	Randegan	1	2
	Sentul	1	2
	Kedungpandan	2	3
	Kedungrejo	2	2
Tulangan	Kupang	2	2
	Semambung	2	2
	Tambak Kalisogo	2	3
Tulangan	Grogol	1	2
Candi	Kalipecabean	1	2
	Sumorame	1	2

Keterangan:
 Skor 1 = Kerentanan Rendah
 Skor 2 = Kerentanan Sedang
 Skor 3 = Kerentanan Tinggi

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 2 Zona Kerentanan Lingkungan Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo

Tabel 3 Skoring Indikator Kerentanan Fisik Bencana Banjir

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Fasilitas Pendidikan	Fasilitas Peribadatan
Porong	Candipari	1	1
	Kedungboto	1	1
	Kedungsolo	1	1
	Kesambi	1	2
	Pamotan	1	1
	Pesawahan	1	1
	Porong	1	2
	Wunut	1	2
Tanggulangin	Banjarpanji	1	1
	Boro	1	2
	Ganggang Panjang	1	2
	Gempolsari	1	2
	Kalisampurno	2	2
	Kalitengah	3	3
	Kedensari	1	2
	Ketapang	1	1
	Ketegan	1	2
	Kludan	2	2
	Ngaban	3	2
	Randegan	1	2
	Sentul	1	2
Jabon	Kedungpandan	2	1
	Kedungrejo	3	2
	Kupang	1	2
	Semambung	1	1
	Tambak Kalisogo	2	1

Tulangan	Grogol	1	1
Candi	Kalipecabean	1	2
	Sumorame	1	2

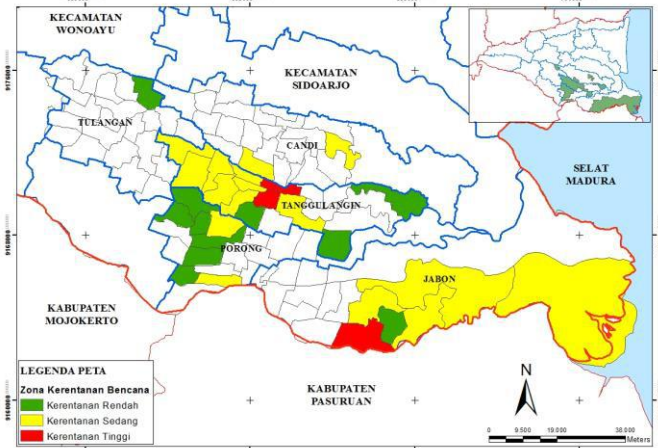
Keterangan:

Skor 1 = Kerentanan Rendah

Skor 2 = Kerentanan Sedang

Skor 3 = Kerentanan Tinggi

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 3 Zona Kerentanan Fisik Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo

Tabel 4 Skoring Indikator Kerentanan Sosial Bencana Banjir

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Kepadatan Penduduk	Laju Pertumbuhan Penduduk
Porong	Candipari	3	1
	Kedungboto	3	1
	Kedungsolo	3	1
	Kesambi	3	1
	Pamotan	3	1
	Pesawahan	3	1
	Porong	3	1
Tanggulangin	Wunut	3	1
	Banjarpanji	2	2
	Boro	3	1
	Ganggang Panjang	3	1
	Gempolsari	3	1
	Kalisampurno	3	2
	Kalitengah	3	2
	Kedensari	3	1
	Ketapang	1	1
	Ketegan	3	1
	Kludan	3	1
	Ngaban	3	1
Jabon	Randegan	3	1
	Sentul	3	1
	Kedungpandan	1	1
	Kedungrejo	3	1
	Kupang	1	1
Tulangan	Semambung	3	1
	Tambak Kalisogo	1	1
	Grogol	3	1
Candi	Kalipecabean	3	1
	Sumorame	3	1

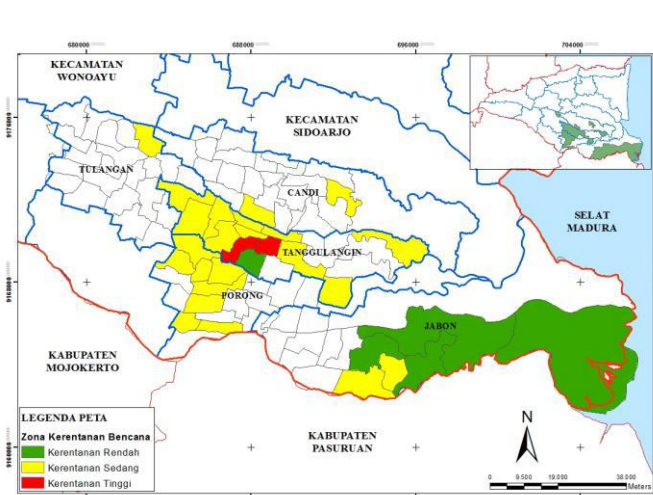
Keterangan:

Skor 1 = Kerentanan Rendah

Skor 2 = Kerentanan Sedang

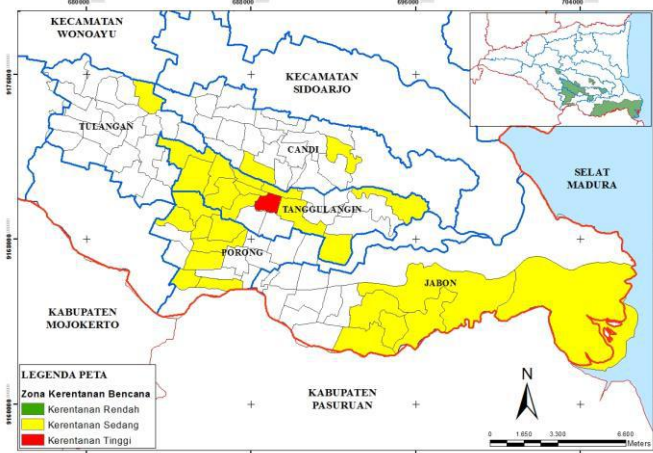
Skor 3 = Kerentanan Tinggi

Sumber : Hasil Analisis, 2018



Gambar 4 Zona Kerentanan Sosial Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo

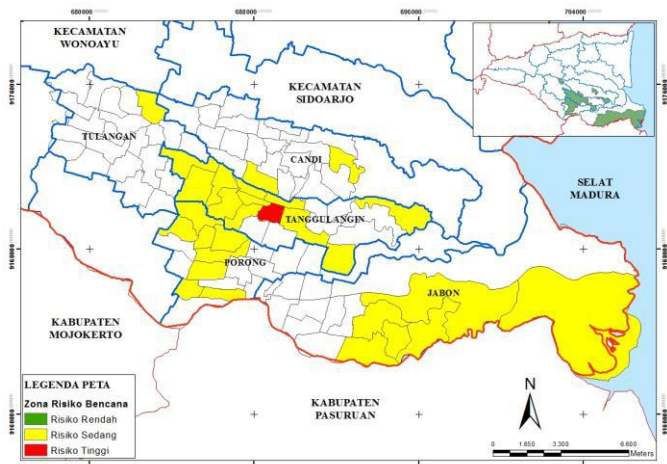
Dari ketiga aspek tersebut, maka dilakukan analisis *Weighted Overlay* sehingga dihasilkan Peta Zona Kerentanan Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo sebagai berikut.



Gambar 5 Zona Kerentanan (*Vulnerability*) Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo

C. Rekomendasi Pengendalian Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo Berdasarkan Zona Risiko

Rekomendasi pengendalian bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo berdasarkan zona risiko menggunakan analisis deskriptif berbentuk narasi. Hasil narasi diambil dari sasaran ketiga penelitian. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa zona risiko bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo terdiri dari zona risiko tinggi dan zona risiko sedang. Zona risiko tinggi di Kabupaten Sidoarjo terletak di Desa/Kelurahan Kalitengah–Kecamatan Tanggulangin.



Gambar 6 Zona Risiko (*Risk*) Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo

Jadi, rekomendasi pengendalian yang tepat bagi Desa/Kelurahan Kalitengah adalah metode non-struktur karena metode struktur lebih kepada pengurangan tinggi elevasi dan debit banjir, sedangkan Desa/Kelurahan Kalitengah memiliki kedalaman genangan yang rendah, lama genangan yang sebentar, serta curah hujan yang rendah, jadi pengendalian banjir dengan metode struktur kurang efisien. Metode non-struktur yang tepat bagi Desa/Kelurahan Kalitengah adalah pengaturan tata guna lahan, pengembangan daerah banjir, membangun bangunan tahan banjir, serta peramalan dan peringatan bahaya banjir. Metode non-struktur pengaturan tata guna lahan dikarenakan landuse di Desa/Kelurahan Kalitengah terdiri dari permukiman dan persawahan. Metode pengembangan daerah banjir adalah untuk mengurangi potensi kerusakan akibat banjir mengingat Desa/Kelurahan Kalitengah memiliki fasilitas penting terlengkap dan terbanyak (terdapat sarana pendidikan berupa TK, SD, SMP, dan SMA serta jumlah sarana peribadatan terbanyak di wilayah studi sejumlah 33 bangunan) serta jenis landuse yang terdiri dari permukiman sehingga harus ada ketegasan larangan adanya pemanfaatan di daerah bantaran banjir, seperti pendirian gedung, rumah ataupun pengusahaan tanaman. Metode membangun bangunan tahan banjir adalah untuk perencanaan bangunan baru yang harus tahan banjir serta perbaikan bangunan yang sudah ada di daerah tepian banjir yang juga harus tahan terhadap banjir. Bangunan yang dimaksudkan tersebut adalah bangunan-bangunan hunian, bangunan perdagangan dan jasa, maupun bangunan untuk kepentingan sosial masyarakat. Metode peramalan dan peringatan bahaya banjir adalah untuk mengantisipasi datangnya banjir serta mengurangi jumlah penduduk yang tergenang banjir mengingat Desa/Kelurahan Kalitengah merupakan wilayah yang padat penduduk serta laju pertumbuhan penduduk yang cukup pesat.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan salah satu usaha mitigasi bencana yakni pengkajian bahaya bencana melalui pemintakatan risiko bencana banjir Kabupaten Sidoarjo sebagai upaya mitigasi bencana beserta rekomendasi pengendaliannya. Berikut ini merupakan hasil yang diperoleh dari penelitian ini :

1. Variabel yang berpengaruh dalam menentukan risiko (risk) bencana banjir di Kabupaten Sidoarjo antara lain: lama genangan, kedalaman genangan, luas genangan, curah hujan, jenis penggunaan lahan, fasilitas penting (fasilitas pendidikan dan peribadatan), kepadatan penduduk, serta laju pertumbuhan penduduk
2. Dari analisis zona risiko bencana banjir dihasilkan bahwa wilayah studi terdiri dari zona risiko tinggi bencana banjir dan zona risiko sedang bencana banjir. Wilayah yang termasuk dalam zona risiko tinggi adalah Desa/Kelurahan Kalitengah di Kecamatan Tanggulangin.
3. Rekomendasi pengendalian bencana banjir yang tepat bagi Desa/Kelurahan Kalitengah adalah melalui metode non-struktur, yang terdiri dari pengaturan tata guna lahan, pengembangan daerah banjir, membangun bangunan tahan banjir, serta peramalan dan peringatan bahaya banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PNPM-MP. 2018. *Modul Khusus Fasilitator: Pengelolaan Penanganan Bencana*.
- [2] Suprpto. 2011. *Statistik Pemodelan Bencana Banjir Indonesia (Kejadian 2002-2010)*. Jurnal Penanggulangan Bencana Volume 2 Nomor 2, Tahun 2011, 34-47.
- [3] Nugroho, S. P. 2017. *2.341 Kejadian Bencana, 377 Tewas dan 3,5 Juta Jiwa Mengungsi dan Menderita Akibat Bencana Tahun 2017*. Pusdalop BNPB. Dipetik April 8, 2018, dari <https://bnpb.go.id/2341-kejadian-bencana-377-tewas-dan-35-juta-jiwa-mengungsi-dan-menderita-akibat-bencana-tahun-2017>
- [4] Bakornas-PB. 2007. *Pedoman Penanggulangan Bencana Banjir*. Jakarta.
- [5] Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kabupaten Sidoarjo. 2009. *RTRW Kabupaten Sidoarjo 2009-2029*. Sidoarjo, Jawa Timur: Pemerintah Kabupaten Sidoarjo.
- [6] Subastian, G. A. 2014. *Penyebab Banjir di Sidoarjo (Selatan Surabaya)*. Dipetik April 8, 2018, dari <http://www.infosby.asia/2014/06/penyebab-banjir-di-sidoarjo-surabaya.html>
- [7] Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. 2017. *Kabupaten Sidoarjo Dalam Angka 2017*. Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia: BPS.
- [8] Kodoatie, R. J., & Sugiyanto. (2002). *Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. Yogyakarta, D. I. Yogyakarta, Indonesia: Pustaka Pelajar.
- [9] Bakornas-PB. (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana Dan Upaya Mitigasinya Di Indonesia - Edisi II*. Dipetik April 11, 2018, dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana: <https://www.bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/470.pdf>
- [10] Risnita. 2012. *Pengembangan Skala Model Likert*. EDU-BIO.